

# **DESERTIFICAÇÃO E REVERSIBILIDADE DOS PROBLEMAS DE DESERTIFICAÇÃO**

**Helena Cristina Cochicho Charrua**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitetura Paisagista**

Orientador: Mestre Arquiteto Paisagista, João António Ribeiro Ferreira Nunes

**Júri:**

Presidente: Doutor Luís Paulo Faria de Almeida Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor Fernando Silva de Oliveira Baptista, Professor Catedrático Aposentado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Mestre João António Ribeiro Ferreira Nunes, Professor Auxiliar Convidado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, na qualidade de especialista

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar quero referir que não teria sido possível elaborar a presente dissertação sem a colaboração e o apoio de várias pessoas e entidades, às quais deixo os meus sinceros agradecimentos.

Agradeço à minha família por todo o apoio e incentivo prestado durante este longo período de trabalho. Deixo um agradecimento especial aos meus pais pelo estímulo e apoio, extremamente importantes nalguns momentos.

Quero agradecer também ao meu orientador científico, Arquiteto Paisagista João Ferreira Nunes, com o qual tive o privilégio de trabalhar, todos os conhecimentos que comigo partilhou, o seu incentivo e espírito crítico, fatores fundamentais para a realização da presente dissertação.

Agradeço também a todos os amigos e colegas que me apoiaram durante a realização desta dissertação.

Ao Instituto Superior de Agronomia, instituição de ensino que frequentei durante aproximadamente, cinco anos e que contribuiu para o enriquecimento da minha formação, tanto a nível profissional, como a nível pessoal, assim como, a todos os professores que contribuíram para a minha formação.

À Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, SA (EDIA), em especial ao Sr. Gabriel Jesuino, pela sua colaboração e enorme disponibilidade na cedência de informações cruciais para a realização da presente dissertação.

Mais uma vez muito obrigada a todos pelo incentivo e apoio sem os quais não teria sido possível realizar a presente dissertação.

## **Resumo**

O processo da desertificação está relacionado com a degradação das terras em regiões áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas resultante de alterações climáticas e de atividades humanas.

Os efeitos da desertificação são notórios à escala local, regional, nacional e global.

A degradação das terras pode ser provocada por erosão, salinização, compactação e diminuição de nutrientes.

Como consequência da degradação das terras irá haver a perturbação dos ciclos biológicos, dos quais a vida depende, assim como problemas de desenvolvimento social.

Atualmente é completamente necessário e urgente combater os processos de desertificação.

É muito mais eficaz prevenir estas terras da degradação do que reverter este processo.

A utilização de técnicas de restauro ecológico são as mais apropriadas para ecossistemas áridos afetados pela desertificação.

Portugal é um dos países europeus mais afetados pela desertificação, aproximadamente 60% do território está suscetível à desertificação e à seca.

Nos últimos 50 anos, a área suscetível à desertificação tem aumentado.

O PANCD está a ser aplicado para fazer face a este problema.

A construção da Barragem do Alqueva, no Alentejo, veio introduzir vários impactos e alterações no meio, que têm influência na suscetibilidade à desertificação desta região de Portugal.

## **Palavras-chave**

Alqueva, alterações climáticas, atividades humanas, desertificação, Portugal, restauro

## **Abstract**

The desertification process is related to land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from climate change and human activities.

The effects of desertification are notorious at local, regional, national and global scale.

Land degradation can be caused by erosion, salinization, compaction and reduction of nutrients.

As a consequence of land degradation there will be a disruption of biological cycles on which life depends, as well as social development problems.

Nowadays it is completely necessary and urgent to combat desertification processes.

It's much more effective to prevent the degradation of these lands than reverse this process.

The use of ecological restoration techniques are most appropriate for arid ecosystems affected by desertification.

Portugal is one of the most affected European countries by desertification, approximately 60% of the territory is susceptible to desertification and drought.

Over the past 50 years the area susceptible to desertification has increased.

The PANCD is being applied to tackle this problem.

The Alqueva Dam construction, Alentejo, has introduced several changes and impacts on the environment that can lead to desertification on this region of Portugal.

## **Keywords**

Alqueva, climate change, desertification, human activities, Portugal, restoration



## ***Extended abstract***

The desertification process is related to land degradation in arid, semi-arid and dry sub-humid areas resulting from factors such as climate change and human activities.

The desertification concept began to get more attention in the early '70s as an attempt to understand a long period of years with droughts which brought a major economic, social and environmental problem, in African Sahel.

The definition of desertification has varied greatly over time and has been the subject of important debates among experts. The most recent definition was introduced in the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

Desertification is a problem that occurs on all continents except Antarctica and it manifests especially in drylands and their effects are notorious at local, regional, national and global scale.

One of the factors that can lead to desertification is land degradation that occurs a bit everywhere, but is defined as desertification when these degradation occurs in drylands.

Erosion, salinization, compaction and a nutrient decrease reduce the ability of soils to support biomass production and maintaining biodiversity and regulate the cycle of water and nutrients. A degraded land can no longer be able to sustain agriculture. These problems are mainly caused by human activities such as overgrazing, over-cultivation, deforestation and irrigation systems poorly planned; extreme climate change such as droughts or floods can accelerate the process, too.

As a consequence of land degradation there will be a disruption of biological cycles on which life depends, as well as social development problems.

Desertification is associated with the loss of biodiversity and contributes to global climate change through loss of carbon sequestration capacity and an increase in albedo terrestrial surface.

The extent and impacts of desertification vary greatly from one place to another and may change a lot over time. This variability is driven by the degree of dryness and combined with the resulting pressure of human activities on ecosystem resources. There are, however, large gaps in understanding and observation of desertification processes and their underlying factors.

The greatest land degradation impact occurs in the African continent where the drylands occupy two thirds of the continent.

The desertification phenomenon also has strong negative impacts on areas not considered drylands, affected areas sometimes may be located thousands of miles away from the desertified areas.

Nowadays it is completely necessary and urgent to combat desertification processes.

There is a fine line between drylands and deserts, once exceeded this line is very difficult to go back. It's much more effective to prevent land degradation than reverse this process. Integrated management of land and water are the main methods of preventing desertification. All measures that protect soil from erosion, salinization and other forms of soil degradation are an effective way to prevent desertification. The sustainable use of land can resolve the impact of human activities and the protection and maintenance of vegetation cover to protect the soil from wind and water erosion is a key preventive against desertification.

To combat desertification problems effectively, it is important, but is hard to distinguish between those which result from natural conditions of dryland ecosystems and those caused by unsustainable practices, as well as economic and political factors.

The use of ecological restoration techniques that initiate an autogenic succession are most appropriate for extensively managed arid ecosystems, which can't be fully restored by artificial methods.

Currently the main strategies to control the processes of desertification are mainly focused on:

1. Soil conservation procedures involving wind erosion techniques control and water erosion techniques control,
2. Procedures to improve the soil,
3. Appropriate maintenance and resource conservation.

It is also important to mitigate the negative effects of climate change, land degradation control may be a solution.

Portugal is one of the most affected European countries by desertification, approximately 60% of the territory is susceptible to desertification and drought, due to climate and geological conditions, the type of existing vegetation and also due to poor land management practices.

The desertification phenomenon is visible, particularly in the east interior regions and in the southern regions that were affected by soil erosion caused by inappropriate practices in agriculture and the occurrence of intense rainfall over short periods of time.

Portugal is currently the country in southern Europe with the poorest soil resources, 58% of which is poor in organic matter and 69% of the territory has a high erosion risk. This situation is not only associated with the soil characteristics and its slope, but also reflects the present rainfall pattern.

Over the past 50 years the area susceptible to desertification has increased significantly and the evolution of aridity index, which has a direct influence on the increase of areas susceptible or very susceptible to desertification, reveals an increase of the semi-arid and dry sub-humid in Portuguese territory.

The PANCD is being implemented to tackle the desertification problem and proposes an integrated action which has the aim of conserving soil and water and restoration of degraded areas as well as the populations settlement in less populated regions and raise awareness to the desertification problem.

The Alqueva Dam construction, Alentejo, has introduced a large water surface in the region. There are several impacts and changes resulting from this environment transformation that can lead to desertification of this region of Portugal.

## Índice

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
<i>Abstract</i>	iv
<i>Extended Abstract</i>	v
Lista de quadros	x
Lista de figuras	xi
Lista de abreviaturas	xiv
<b>I   Introdução</b>	<b>1</b>
I   1. Definição da temática	1
I   2. Definição de objetivos	4
I   3. Estrutura e organização de conteúdos	4
<b>II   O processo da desertificação</b>	<b>6</b>
II   1. Processos que conduzem à desertificação	8
II   1.1 Degradação das terras	10
II   1.1.1 Vulnerabilidade dos solos aos processos de erosão	12
II   1.2. Alterações climáticas	16
II   2. Impactos da desertificação	18
<b>III   Reversibilidade dos problemas de desertificação</b>	<b>21</b>
III   1. Prevenção da desertificação	21
III   2. Técnicas de combate à desertificação	22
III   2.1. O restauro ecológico no combate à desertificação	24
1. Processos de conservação do solo:	26
1.1. Controlo da erosão	26
1.1.1. Controlo da erosão eólica	27
1.1.2. Controlo da erosão mecânica seca	28
1.1.3. Controlo da erosão hídrica	29
1.1.3   a. Controlo da erosão laminar	29
1.1.3   b. Controlo da erosão linear	32
2. Processos de melhoramento do solo	34
3. Manutenção adequada e conservação de recursos	36
III   2.2. Atenuar os efeitos das AC	42
<b>IV   O processo da desertificação em Portugal</b>	<b>44</b>
IV   1. Caracterização do território Português	44

IV   2. A desertificação no território Português: Causas, impactos e incidência	46
IV   3. Avaliação e identificação de processos de desertificação	50
IV   4. Combate à desertificação em Portugal	51

## **V | Caso de estudo: Barragem do Alqueva** **53**

V   1. Caracterização da Região do Alqueva	53
V   2. Análise das principais alterações e impactos introduzidos no meio pelo Alqueva	54
V   2.1. Impactos resultantes da construção de barragens	54
V   2.2. Impacto da prática continuada do regadio na salinização do solo	56
V   2.3. Alterações e impactos no clima	58
V   2.4. Evolução da taxa de desemprego	76
V   2.5. Comparação entre os dados obtidos e os Estudos de Impacto Ambiental	77
V   2.6. Ilações Finais	79

## **VI | Conclusão** **80**

## **Referências bibliográficas** **81**

### **Anexos**

<b>ANEXO A</b> - As Terras Secas	(Anexos) 1
<b>ANEXO B</b> – A importância do sequestro de carbono em ecossistemas de terras secas	(Anexos) 5
<b>ANEXO C</b> - Índices de Seca	(Anexos) 7
<b>ANEXO D</b> - Estudos e projetos sobre desertificação na Europa	(Anexos) 7
<b>ANEXO E</b> - Estabilização de areias e dunas móveis	(Anexos) 10
<b>ANEXO F</b> - Banco Mediterrânico ou terraço radical	(Anexos) 14
<b>ANEXO G</b> - Micro terraceamento por degraus	(Anexos) 15
<b>ANEXO H</b> - Terraceamento descontínuo florestal por degraus	(Anexos) 15
<b>ANEXO I</b> - Utilização de estruturas de desvio do escoamento e de estruturas para dissipar a sua energia no controlo da erosão	(Anexos) 16
<b>ANEXO J</b> - Fixação biológica de pequenos barrancos	(Anexos) 18
<b>ANEXO L</b> - Controlo de grandes barrancos torrenciais	(Anexos) 19
<b>ANEXO M</b> - Reverter a desertificação, exemplo da técnica da oasificação	(Anexos) 20
<b>ANEXO N</b> - Transformação do deserto numa paisagem verde, exemplo dos Emirados Árabes Unidos	(Anexos) 22
<b>ANEXO O</b> - Indicadores de desertificação em Portugal	(Anexos) 23

<b>ANEXO P</b> - Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD)	<b>(Anexos) 26</b>
<b>ANEXO Q</b> - Exemplo do uso do montado para combater a desertificação nas regiões Mediterrânicas	<b>(Anexos) 27</b>
<b>ANEXO R</b> - O projeto do Alqueva	<b>(Anexos) 30</b>
<b>ANEXO S</b> - Alqueva - Críticas e Impactos	<b>(Anexos) 33</b>
<b>ANEXO T</b> - O sistema global de rega do Alqueva	<b>(Anexos) 35</b>
<b>ANEXO U</b> - Metodologia aplicada nos pontos 3 e 4	<b>(Anexos) 36</b>
<b>ANEXO V</b> - Evolução do Ia e respetiva classificação do clima	<b>(Anexos) 39</b>
<b>ANEXO X</b> - Síntese e comparação entre os resultados obtidos e as previsões dos EIA	<b>(Anexos) 40</b>
<b>ANEXO Z</b> - Comparação dos principais resultados climáticos obtidos	<b>(Anexos) 40</b>

## **Lista de quadros**

Quadro 1: Principais caraterísticas do processo de degradação do solo	<b>12</b>
Quadro 2: Processos e formas de erosão	<b>12</b>
Quadro 3: Serviços ecossistémicos essenciais das terras secas	<b>23</b>
Quadro 4: Técnicas de cultivo e estruturas de controlo de erosão, em função da gestão da superfície de água	<b>29</b>
Quadro 5: Síntese das áreas suscetíveis à desertificação em Portugal Continental (%)	<b>49</b>
Quadro 6: Evolução da extensão e percentagem das regiões climáticas em Portugal	<b>49</b>
Quadro 7: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1901-2010 em Beja	<b>(Anexos) 39</b>
Quadro 8: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1990-2012 em Beja	<b>(Anexos) 39</b>
Quadro 9: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1901-2010 em Évora	<b>(Anexos) 39</b>
Quadro 10: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1990-2012 em Évora	<b>(Anexos) 39</b>
Quadro 11: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	<b>(Anexos) 40</b>
Quadro 12: Síntese e comparação entre os resultados obtidos e as previsões dos EIA	<b>(Anexos) 40</b>
Quadro 13: Comparação dos principais resultados climáticos obtidos entre 1990-2012 e 1995-2008 em Beja e Évora e entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	<b>(Anexos) 40</b>
Quadro 14: Síntese das principais caraterísticas dos quatro tipos de terra seca	<b>(Anexos) 2</b>
Quadro 15: Comparação entre o total de terras secas e o carbono armazenado nas regiões do mundo	<b>(Anexos) 6</b>

## Lista de figuras

Figura 1: Representação esquemática dos processos que conduzem à desertificação e das abordagens a realizar para evitar a desertificação	7
Figura 2: Perfis de velocidade de vento perto do solo representado em coordenadas cartesianas e coordenadas semi-logarítmicas	15
Figura 3: Projeção das alterações de temperatura à superfície para o início e fim do século XXI em relação ao período 1980-1999	17
Figura 4: Representação da técnica dos buracos <i>zai</i>	31
Figura 5: Relação entre a precipitação anual e a evapotranspiração (P/ETP) para o período de 1961-1990	48
Figura 6: Esquema geral do funcionamento do Sistema de Previsão e Gestão de Secas	51
Figura 7: Evolução da temperatura entre 1901-2010 em Beja	58
Figura 8: Evolução da TMed ar entre 1990-2012 em Beja	59
Figura 9: Evolução da TMed Max entre 1990-2012 em Beja	59
Figura 10: Evolução da TMed Min entre 1990-2012 em Beja	60
Figura 11: Evolução da Amplitude Térmica entre 1990-2012 em Beja	60
Figura 12: Evolução da T max abs entre 1990-2012 em Beja	60
Figura 13: Evolução da T min abs entre 1990-2012 em Beja	61
Figura 14: Evolução da Hr média entre 1901-2010 em Beja	61
Figura 15: Evolução da Hr média entre 1990-2012 em Beja	62
Figura 16: Evolução da P média entre 1901-2010 em Beja	62
Figura 17: Evolução da P total entre 1990-2012 em Beja	63

Figura 18: Evolução do Ia entre 1901-2010 em Beja	63
Figura 19: Evolução do Ia entre 1990-2012 em Beja	64
Figura 20: Evolução da temperatura entre 1901-2010 em Évora	65
Figura 21: Evolução da TMed ar entre 1990-2012 em Évora	66
Figura 22: Evolução da TMed Max entre 1990-2012 em Évora	66
Figura 23: Evolução da TMed Min entre 1990-2012 em Évora	67
Figura 24: Evolução da amplitude térmica 1990-2012 em Évora	67
Figura 25: Evolução da T max abs entre 1990-2012 em Évora	68
Figura 26: Evolução da T min abs entre 1990-2012 em Évora	68
Figura 27: Evolução da Hr média entre 1901-2010 em Évora	69
Figura 28: Evolução da Hr média entre 1990-2012 em Évora	69
Figura 29: Evolução da P média entre 1901-2010 em Évora	70
Figura 30: Evolução da P total entre 1990-2012 em Évora	70
Figura 31: Evolução do Ia entre 1901-2010 em Évora	70
Figura 32: Evolução do Ia entre 1990-2012 em Évora	71
Figura 33: Evolução da TMed ar entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	71
Figura 34: Evolução da TMed Max entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	72
Figura 35: Evolução da TMed Min entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	72
Figura 36: Evolução da amplitude térmica 1995.2008 em Reguengos de Monsaraz	73
Figura 37: Evolução da T max abs entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	73



Figura 38: Evolução da T min abs entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	74
Figura 39: Evolução da Hr média entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	74
Figura 40: Evolução da P total entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	75
Figura 41: Evolução do Ia entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz	75
Figura 42: Evolução da taxa de desemprego em Beja, Évora e Reguengos de Monsaraz	76
Figura 43: Distribuição e localização dos diferentes tipos de terras secas no mundo	(Anexos) 1
Figura 44: O “reverdecer” do Sahel entre 1982 e 2006	(Anexos) 4
Figura 45: Estabilização de areia	(Anexos) 13
Figura 46: Representação esquemática do funcionamento de um quebra-vento	(Anexos) 14
Figura 47: Representação esquemática de uma barreira quebra-vento padrão	(Anexos) 14
Figura 48: Representação esquemática de um terraço radical	(Anexos) 14
Figura 49: Microterraceamento por degraus (a), Terraceamento descontínuo florestal por degraus (b)	(Anexos) 15
Figura 50: Representação esquemática de um dique de desvio	(Anexos) 16
Figura 51: Representação esquemática de um fosso de desvio	(Anexos) 16
Figura 52: Representação esquemática de um terraço florestal	(Anexos) 16
Figura 53: Representação esquemática de um complexo de tirantes	(Anexos) 17
Figura 54: Principais componentes do balanço hídrico local	(Anexos) 21
Figura 55: Síntese dos índices e indicadores de suscetibilidade à desertificação em Portugal Continental	(Anexos) 25
Figura 56: Enquadramento das povoações analisadas	(Anexos) 37

## **Lista de abreviaturas**

a.C – Antes de Cristo

AC – Alterações Climáticas

C - Carbono

CCDR - Comissões de Coordenação de Desenvolvimento Regionais

CE - Condutividade Elétrica

CEAL – Confederação de Empresários do Algarve

CLC - Corine Land Cover

CNC-PANCD - Comissão Nacional de Coordenação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

DGOTDU - Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano

DISMED - Desertification Information System for the Mediterranean (Sistema de Informação em Desertificação no Mediterrâneo)

EC- Energia da Chuva

EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, SA

EEA - European Environment Agency (Agencia Europeia do Ambiente)

EFMA - Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

EIA – Estudos de Impacto Ambiental

ESA - European Space Agency (Agência Espacial Europeia)

ET – Evapotranspiração

ETP- Evapotranspiração Potencial

FAPAS - Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação)

Fsc - Forest Stewardship Council

GEE – Gases de Efeito de Estufa

GEOTA - Grupo de Estudos de Ordenamento do Território e Ambiente

Gt - Gigatoneladas (1 Gt = 1 bilhão de toneladas)

GWAS- Global Wind Action System (Sistema Global de Ação de Vento)

Hr – Humidade relativa

Ia – Índice de aridez

IEFP – Instituto de Emprego e Formação Profissional

INAG - Instituto da Água

INCD - Intergovernmental Negotiating Committee for the Convention to Combat Desertification (Comité Intergovernamental para a Negociação da Convenção de Combate à Desertificação)

INE - Instituto Nacional de Estatística

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)

Ipma – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

IQC - Índice de Qualidade do Clima  
 IQO - Índice de Qualidade do Ordenamento  
 IQS - Índice de Qualidade do solo  
 IQV - Índice de Qualidade da Vegetação  
 ISA/DEF – Instituto Superior de Agronomia/Departamento de Engenharia Florestal  
 IYDD - International Year of Deserts and Desertification (Ano Internacional dos Desertos e da Desertificação)  
 LPN – Liga para a Proteção da Natureza  
 LULUCF - Land use, land-use change and forestry (Uso da terra, com alterações do uso da terra e florestais)  
 MA - Millenium Ecosystem Assessment  
 MEDALUS - Mediterranean Desertification and Land Use (Desertificação do Mediterrâneo e Uso da Terra)  
 MedPDSI - Índice de Severidade de Seca de Palmer modificado para condições mediterrânicas  
 NAO - North Atlantic Oscillation (Oscilação do Atlântico Norte)  
 NDVI - Normalized Difference Vegetation Index (Índice de diferença normalizada de vegetação)  
 NMC - Nível Máximo de Cheia  
 NPA - Nível Pleno de Armazenamento  
 NPP – Net primary productivity (Rede de produtividade primária)  
 P – Precipitação  
 PANCD- Programa de Ação Nacional para o Combate à Desertificação  
 PDSFP - Plano de Desenvolvimento Sustentável para as Florestas Portuguesas  
 PDSI - Palmer Drought Severity Index (Índice de Severidade de Seca de Palmer)  
 PIN - Plano Regional da Região Alentejo (PROTA) e os Projetos de Interesse Nacional  
 PNPOT - Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território  
 POAAP - Plano para as barragens de Alqueva e Pedrógão  
 PROT - Planos Regionais de Ordenamento do Território  
 PROTA - Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo  
 PROZEA - Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva  
 RDI - Recovery Drought Index (Índice de Recuperação de Seca)  
 REN - Reserva Ecológica Nacional  
 RWA – Regional Wind Action (Ação Regional de Vento)  
 SGRA - Sistema Global de Rega de Alqueva  
 S.I – Sem informação  
 SNIRH - Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos  
 SNIT - Sistema de Informação Territorial  
 SPEA - Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves  
 SPEI - Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (Índice de Evapotranspiração Normalizada da Precipitação)  
 SPI- Standardized Precipitation Index (Índice de Precipitação Padronizada)

T max abs – Temperatura máxima absoluta

TMed ar – Temperatura média do ar

TMed max – Temperatura média máxima

TMed min – Temperatura média mínima

T min abs – Temperatura mínima absoluta

UE – União Europeia

UNCCD – United Nations Convention to Combat Desertification (Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação)

UNEP – United Nations Environmental Program (Programa Ambiental das Nações Unidas)

URSS- União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

WWF - World Wide Fund

# I | Introdução

## I | 1. Definição da temática

Esta dissertação aborda a temática da desertificação e da reversibilidade dos problemas que dela advêm.

A desertificação é um problema cada vez mais presente em todo o mundo, com graves consequências para os ecossistemas e populações que neles habitam a nível ambiental, social e económico. Como tal é cada vez mais urgente encontrar formas de prevenir este fenómeno ou, em casos em que o problema já está instalado, encontrar técnicas para o combater e que evitem que este alastre.

A definição do termo desertificação tem variado muito ao longo do tempo e tem sido alvo de importantes debates entre os especialistas. A definição mais recente foi inserida na Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) e reconhece que existe uma variedade de fatores que estão relacionados, e que desertificação e degradação de terras em áreas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas resultam de alterações climáticas e de atividades humanas.<sup>1</sup>

O conceito da desertificação teve a sua primeira discussão em 1949 por Aubreville. Em 1960 foi utilizado para descrever o avanço para norte do Deserto do Sahara na Argélia e na Tunísia e o seu avanço também para sul na região do Sahel, no oeste africano. No entanto o termo que descreve algumas atividades humanas que induzem a degradação da terra é relativamente novo para o nosso vocabulário, mas os efeitos da desertificação não o são, uma vez que se manifestam há milhares de anos no nosso planeta. Já entre 500-300 a.C, um escritor grego fez referência à erosão e à ruína das terras férteis situadas ao longo da costa da Turquia.<sup>2</sup>

Muitas alterações ocorreram, no meio, ao longo dos tempos no nosso planeta. Há cerca de dois mil anos, o centro do deserto de Thar, na Índia, era uma selva. Até ao século XV, o deserto Seistan, situado entre o Irão e o Afeganistão, era chamado de "celeiro do Oriente" e relatórios dos avanços de Alexandre o Grande, na Índia, descrevem a existência de florestas virgens no local onde agora apenas se podem encontrar desertos.<sup>3</sup>

Em muitas regiões semi-áridas há uma mudança progressiva que ocorre a partir de pastagem para matagal o que agrava a erosão do solo. Durante a segunda metade do século XIX, a pecuária comercial em grande escala rapidamente se espalhou sobre as terras secas semi-áridas da América do Norte e do Sul, África do Sul e Austrália. Tanto o tipo de vegetação importada, como o tipo de manuseamento das áreas, incluindo a prevenção de incêndios, não foram ajustados para os ecossistemas semi-áridos. Como resultado obteve-se uma grande perturbação no meio que, combinada com eventos de seca, levaram a uma dominação progressiva de arbustos sobre a erva. A transição da terra totalmente coberta por gramíneas para um coberto de arbustos esparsos cria

---

<sup>1</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 2

<sup>2</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>3</sup> *ibid*

maiores superfícies de solo nu, o que aumenta a velocidade das águas nos solos, resultando numa erosão mais elevada.<sup>4</sup>

Entre 1900 e 1950, aproximadamente 15% das faixas de terras secas foram convertidas para sistemas cultivados para melhor aproveitar o serviço de alimentação, uma conversão um pouco mais rápida ocorreu nas últimas cinco décadas, durante a Revolução Verde.<sup>5</sup>

O conceito de desertificação começou a obter mais atenção no início dos anos 70 numa tentativa de se compreender um longo período de anos com secas o que veio trazer um grande problema económico, social e ambiental no Sahel Africano.<sup>6</sup>

Estas secas que ocorreram entre 1968 e 1973 afetaram milhares de pessoas e animais no Sahel, na África Ocidental, onde estes efeitos foram acentuados pela gestão imprudente da terra feita no passado.<sup>7</sup>

Como consequência destes grandes períodos de seca que se fizeram sentir nesta região houve perdas de solos agrícolas, de pastagens, de vegetação arbustiva e arbórea, de gado e houve uma redução das reservas de água existentes.<sup>8</sup>

Ao período de tempo situado entre 1968 e 1973 foi dado o nome de "grande seca" e foi este que serviu de alerta para o fenómeno da desertificação, sendo um dos exemplos mais referidos quando se aborda esta temática.<sup>9</sup>

A enorme dimensão do problema ocorrido na região do Sahel levou ao reconhecimento a nível mundial de que o risco de desertificação estava a aumentar. Na sequência deste problema as Nações Unidas organizaram em 1977 a Conferência da Desertificação, em Nairobi. Na esperança de preencher algumas das lacunas de pesquisa feitas até então sobre a desertificação, uma série de estudos especiais e workshops foram realizados antes e depois da Conferência Internacional de Nairobi.<sup>10</sup>

Os principais objetivos desta Conferência eram a elaboração de um mapa mundial de áreas suscetíveis à desertificação, a recolha de todas as informações existentes sobre a desertificação para que pudessem ser feitos vários estudos e a elaboração de um Plano de Ação de Combate à Desertificação.<sup>11</sup>

Nesta Conferência estiveram representados 96 países que decidiram preparar planos nacionais de combate à desertificação e partilhar os resultados da sua pesquisa individual sobre este

---

<sup>4</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 6

<sup>5</sup> *ibid*

<sup>6</sup> COSTA, Ana Cristina Marinho- **Stochastic space-time models for the characterization of precipitation extreme values: A contribution to the study of the desertification phenomenon**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. Tese de Doutoramento, pp 39-40

<sup>7</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p 7. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>8</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 5

<sup>9</sup> *ibid*

<sup>10</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p 8. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>11</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 6

problema. Foi reconhecido que os fatores sociais, económicos e políticos variavam muito entre países e que a responsabilidade humana iria variar muito consoante as condições de cada local.<sup>12</sup>

Durante esta Conferência estabeleceu-se uma definição para a desertificação que a definia como sendo a propagação das condições desérticas em zonas áridas e semi-áridas, com chuvas de até 600 mm por ano. As áreas definidas foram as zonas com mais alto risco de serem desertificadas, sendo de evidenciar que um terço do total da terra do mundo é seca e que estas suportam muitas atividades importantes.<sup>13</sup>

Em 1991, e apesar de se terem registado alguns casos de sucesso à escala local e de todos os esforços realizados, o Programa das Nações Unidas Para o Ambiente verificou que a degradação dos solos nas regiões áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas tinha aumentado.<sup>14</sup>

Surge assim a necessidade de abordar este problema de forma integrada e incentivando o desenvolvimento sustentável, sendo mais tarde o que motivou a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em Junho de 1992, esta conferência ficou também conhecida por Cimeira da Terra.<sup>15</sup>

Esta Cimeira visava encontrar soluções que possibilitassem travar o avanço da desertificação e, para tal, a Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu um Comité Intergovernamental para a Negociação da Convenção de Combate à Desertificação (Intergovernmental Negotiating Committee for the Convention to Combat Desertification, INCD) que teria como função preparar a Convenção de Combate à Desertificação de Junho de 1994.<sup>16</sup>

A Convenção viria a ser assinada no mesmo ano em Outubro, nos dias 14 e 15. Esta recebeu mais de 115 assinaturas sendo Portugal um dos países signatários, desde 14 de Outubro de 1994.<sup>17</sup>

A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação entrou em vigor em 26 de Dezembro de 1996 e, atualmente, 193 países fazem parte integrante dela. Estão repartidos em cinco Anexos Regionais, anexo I - África, anexo II- Ásia, anexo III- América Latina e Caraíbas, anexo IV- Mediterrâneo Norte, anexo V- Europa Central e de Leste.<sup>18</sup>

Depois de adotada a Convenção e desta ter entrado em vigor foi considerado pelas Nações Unidas, que mesmo com todos os esforços realizados até então através de sucessivos eventos e reuniões ainda se estava longe de se atingir um dos objetivos mais importantes, ou seja, sensibilizar a sociedade para os impactos da desertificação.<sup>19</sup>

Em 7 de Fevereiro de 2003 as Nações Unidas tomam a decisão de tornar 2006 no Ano Internacional dos Desertos e da Desertificação (International Year of Deserts and Desertification,

---

<sup>12</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p 8. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>13</sup> *op. cit.* p 10

<sup>14</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 7

<sup>15</sup> *op. cit.* pp 7-8

<sup>16</sup> *op. cit.* p 8

<sup>17</sup> *ibid*

<sup>18</sup> *op. cit.* p 9

<sup>19</sup> *ibid*

IYDD) tendo como principal objetivo passar a informação às populações de que a desertificação é uma grande ameaça para o nosso Planeta e para quem nele habita.<sup>20</sup>

Entre 1981 e 2003 foram degradados, a nível global, cerca de 24% de terra em todo o mundo, sendo que cerca de 1500 milhões de pessoas dependem diretamente destas mesmas terras, das quais cerca de 20% são terras agrícolas e 20 a 25% são terras que possuem pastagens.<sup>21</sup>

Apesar deste ser um problema muito antigo, ainda não existe a capacidade de compreender todas as causas e formas de prevenir a desertificação.<sup>22</sup>

## **I | 2. Definição de objetivos**

A realização desta dissertação tem como objetivos identificar e compreender os fenómenos relacionados com o processo da desertificação, assim como apresentar exemplos de várias técnicas que permitem prevenir, controlar ou reverter o processo de desertificação.

## **I | 3. Estrutura e organização de conteúdos**

Nos capítulos iniciais será feita uma análise, a nível global de todos os fenómenos relacionados com a problemática da desertificação.

Depois vai-se reduzindo a escala de análise para estudar e compreender este problema a nível do nosso país. Inicialmente é também feita uma análise a nível global para todo o território português e depois, é feito um estudo a nível regional de uma área do Alentejo que tem sofrido muitas alterações nos últimos anos.

A dissertação é constituída por seis capítulos que abordam as seguintes temáticas:

I | Introdução – O primeiro capítulo apresenta a temática e os objectivos desta dissertação e termina com uma breve descrição de cada um dos principais capítulos.

II | O processo da desertificação - No segundo capítulo é descrito o processo da desertificação a nível global, onde são analisados todos os elementos com ele relacionados, as suas causas, os seus impactos e a sua incidência.

III | Reversibilidade dos problemas de desertificação - No terceiro capítulo são analisados e descritos os processos e técnicas existentes a nível global para prevenir, controlar ou reverter a desertificação num determinado território de acordo com a forma como este processo se manifesta no meio. São referidos alguns exemplos que têm sido praticados no mundo, nesta área.

IV | O processo da desertificação em Portugal - No quarto capítulo é analisado o processo da desertificação em Portugal onde é feita uma descrição e análise de todos os elementos relacionados

---

<sup>20</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 9

<sup>21</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 3

<sup>22</sup> *ibid*



com ele, as suas causas, os seus impactos e a sua incidência. É também feita uma descrição dos processos existentes para avaliar e identificar os processos de desertificação assim como, das formas e processos de combate à desertificação em Portugal onde são referidos alguns exemplos.

V | Caso de estudo: Barragem do Alqueva - No quinto capítulo é feita uma análise a nível regional dos impactos e alterações existentes provenientes da inserção no meio de uma grande superfície de água, a Barragem do Alqueva, situada no Alentejo. Será feita uma análise para compreender a influência que esta obra teve a nível de alterações dos padrões de suscetibilidade à desertificação desta região de Portugal.

VI | Conclusão – No capítulo final da dissertação são referidas as principais ilações que a realização deste estudo permitiu obter.

## II | O processo da desertificação

O termo desertificação está relacionado com a degradação das terras em áreas áridas, semi-áridas e sub-húmidas resultantes de vários fatores incluindo alterações climáticas e atividades humanas. Quando a degradação da terra acontece em terras secas, na maior parte das vezes são criadas condições desérticas nestas mesmas áreas. A degradação de terras, atualmente, ocorre um pouco por toda a parte, mas está definida como desertificação quando esta degradação ocorre nas terras secas.<sup>23</sup>

A desertificação tem graves consequências tanto para os habitats, como para o ser humano, como implicações a nível social, económico, político e ambiental que resultam de fatores naturais e antrópicos como as alterações climáticas, a erosão eólica, a erosão hídrica, os incêndios e o uso da água, a salinização, a litoralização, o abandono das terras, as secas, as precipitações intensas, as atividades agropecuárias, o sobrepastoreio, o pisoteio, a compactação do solo, o uso de máquinas agrícolas pesadas, a impermeabilização dos solos e todas as atividades que provoquem pressão sobre os recursos naturais.<sup>24</sup>

A desertificação está associada com a perda de biodiversidade e contribui para as alterações climáticas globais através de perda de capacidade de sequestro do carbono e de um aumento da superfície terrestre de albedo.<sup>25</sup>

A diversidade biológica está presente na maior parte dos serviços prestados pelos ecossistemas das terras secas e é afetada negativamente pela desertificação. A vegetação e a sua diversidade de estrutura física são fundamentais para a conservação do solo e para a regulação da infiltração de chuvas, escoamento superficial e clima local. Espécies diferentes de plantas produzem física e quimicamente diferentes componentes de areia e, juntamente com uma comunidade diversificada de micro e macro-decompositores, contribuem para a formação do solo e ciclagem de nutrientes. A diversidade de espécies de vegetação suporta tanto gado como animais selvagens. Todas as plantas suportam a produção primária, que em última análise, fornece alimentos, fibras e lenha e que sequestra carbono, regulando, assim o clima global. A exploração excessiva da vegetação leva a perdas na produção primária e, portanto, também a menor capacidade de sequestro de carbono.<sup>26</sup>

O solo das terras degradadas tem menos capacidade para suportar o crescimento das plantas, resultando numa perda de vegetação e de produtividade económica. Apesar dos animais e plantas terem capacidade de se adaptar às terras secas, a desertificação tem graves consequências para o ambiente.<sup>27</sup>

---

<sup>23</sup> KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 12

<sup>24</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 30

<sup>25</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 17

<sup>26</sup> *ibid*

<sup>27</sup> KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 12

A magnitude e os impactos da desertificação variam muito de um lugar para outro e podem mudar muito ao longo do tempo. Esta variabilidade é impulsionada pelo grau de aridez e combinada com a pressão resultante das atividades humanas sobre os recursos do ecossistema. Existem, no entanto, grandes lacunas na compreensão e observação de processos de desertificação e dos seus fatores subjacentes.<sup>28</sup>

A desertificação ocorre porque os ecossistemas presentes nas terras secas são extremamente vulneráveis ao excesso de exploração e ao uso inadequado da terra. A pobreza, a instabilidade política, a desflorestação, o sobrepastoreio e os sistemas de rega mal planeados podem comprometer a produtividade da terra, no entanto, não existe nenhum processo linear de causa e efeito dos processos que conduzem à desertificação. Ainda assim são conhecidos os principais elementos que interagem de forma complexa e que provocam este processo. O clima, a baixa humidade no solo, as alterações no padrão de queda de chuva e altos teores de evaporação são exemplo destes elementos, muitos dos quais estão diretamente relacionados com as atividades humanas.<sup>29</sup>

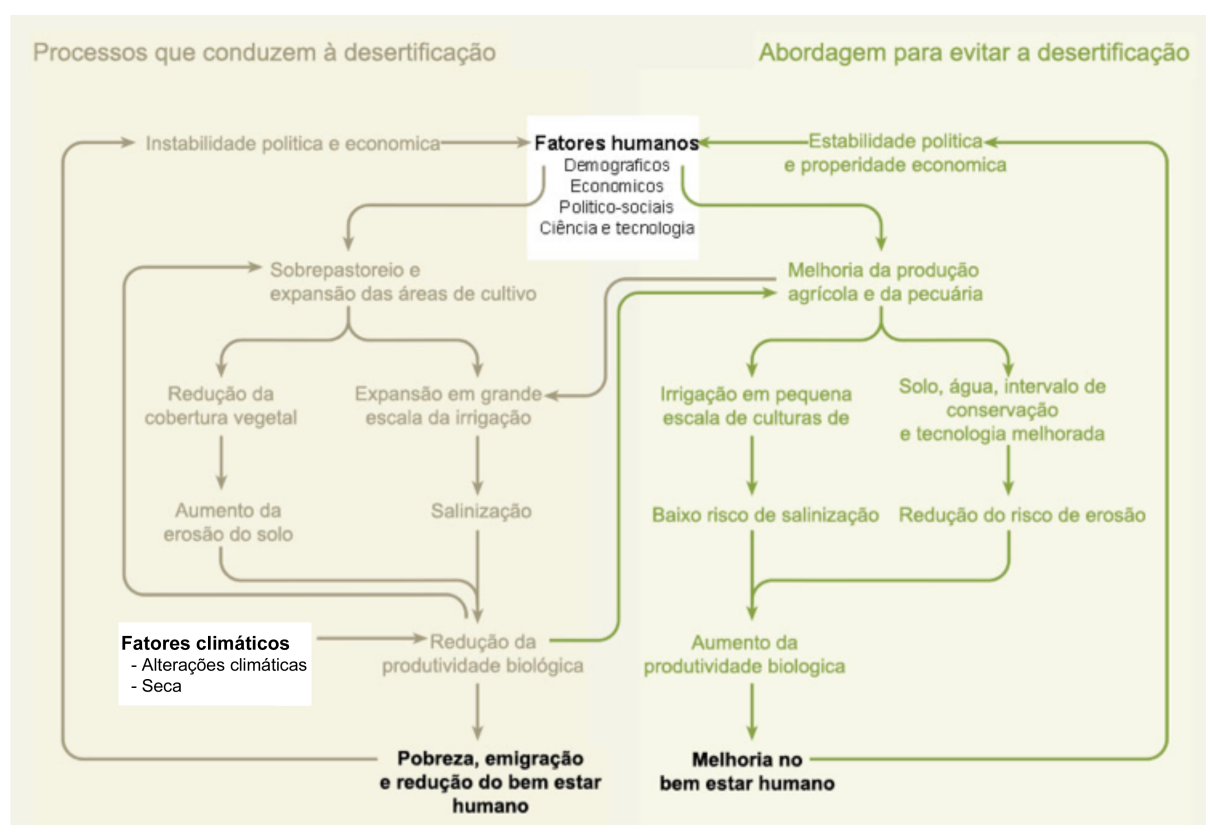


Figura 1: Representação esquemática dos processos que conduzem à desertificação (esquerda) e das abordagens a realizar para evitar a desertificação (direita), Fonte: Adaptado de ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 4

Grandes alterações climáticas entre anos, a longo prazo, podem causar flutuações nas culturas, nas forragens e na produção de água. Quando a resistência de um ecossistema presente

<sup>28</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 2

<sup>29</sup> KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 13

em terras secas é prejudicada e este não consegue retornar para os níveis esperados de prestação de serviços, uma espiral de degradação, em outras palavras, desertificação, pode ocorrer. Muitos mecanismos ligados a este fenómeno têm sido documentados em terras secas como, por exemplo, perda excessiva de solo, mudança na composição da vegetação e redução na cobertura vegetal, deterioração da qualidade da água e redução na quantidade disponível da mesma, e mudanças no sistema de clima regional. Um esquema com a descrição das vias que podem levar à desertificação está enunciado na parte esquerda da figura 1.<sup>30</sup>

Como já referido anteriormente, uma espiral de desertificação pode ocorrer, mas esta pode ser evitada, como mostrado no lado direito da figura 1 referida anteriormente. Compreender a localização e a interação específica de fatores socioeconómicos e biofísicos que levam a este processo é extremamente importante.<sup>31</sup>

A desertificação é um problema que ocorre em todos os continentes exceto na Antártida e manifesta-se sobretudo nas terras secas e os seus efeitos são notórios à escala local, regional, nacional e global.<sup>32</sup>

Existe uma linha ténue entre terras secas e desertos, uma vez ultrapassada esta linha é muito difícil voltar atrás. É muito mais eficaz prevenir estas terras da degradação do que reverter este processo. Restaurar o solo perdido pela erosão é um processo muito lento, pode levar 500 anos para formar 2,5 cm de solo, no entanto são apenas necessários alguns anos para o destruir completamente.<sup>33</sup>

É muito difícil quantificar ao certo a dimensão do problema da desertificação e da degradação das terras a nível mundial, no entanto estima-se que 40% da área total do mundo ou 6,1 biliões de hectares sejam terras secas e que 15% dessas terras secas sejam desertos híper-áridos. O maior impacto da degradação das terras ocorre no continente africano onde as terras secas ocupam dois terços do continente. É de notar que os 5,1 biliões de hectares de terras secas que não são desertos híper-áridos suportam cerca de um quinto de população mundial.<sup>34</sup>

Ver os ANEXOS A, As Terras Secas, e B, A importância do sequestro de carbono em ecossistemas de terras secas, para uma melhor compreensão das suas dinâmicas e dos fenómenos que as afetam.

## II | 1. Processos que conduzem à desertificação

As regiões áridas e semi-áridas podem ser afetadas por eventos naturais ou induzidos por atividades humanas. Um evento natural que pode intensificar a desertificação é a seca. A seca é um fenómeno e uma característica temporária do clima, durante o qual as taxas de precipitação são muito

---

<sup>30</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 4

<sup>31</sup> *op. cit.* p 5

<sup>32</sup> *op. cit.* p 1

<sup>33</sup> KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 13

<sup>34</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 3

baixas em relação a valores normais. Este evento afeta o sistema hidrológico e os recursos renováveis base. Por outro lado, se a desertificação for classificada como não sendo proveniente de um fator climático e se for estabelecida como sendo uma condição permanente, ela ocorre mesmo quando os valores de precipitação estão acima do normal ou quando a água foi obtida de forma artificial. Estas condições podem afetar irreversivelmente o sistema hidrológico e os recursos renováveis base, os efeitos prolongam-se por muito tempo e as medidas para remediar a situação são, geralmente, apenas eficazes a longo prazo e exigem muito investimento económico.<sup>35</sup>

Os desertos por si só não são uma fonte de desertificação. Exceto pelos ventos quentes, os desertos não fornecem nenhuma das forças essenciais para fazer desencadear este processo. A desertificação nasce, geralmente, em períodos de stress hídrico, em áreas de terras vulneráveis sujeitas naturalmente às pressões de uso da terra.<sup>36</sup>

As mudanças de uso da terra surgem como respostas às mudanças na prestação de serviços ambientais e também podem causar alterações no funcionamento dos ecossistemas. Historicamente, os meios de subsistência das terras secas foram baseados numa combinação de caça, coleta, cultivo e criação de animais. Esta mistura variou em composição com o tempo, lugar e cultura. O clima severo e imprevisível, combinado com uma junção de fatores socioeconómicos e políticos, forçou os habitantes das terras secas a tornarem-se flexíveis no uso da terra. A pressão da população, no entanto, tem levado a uma crescente tensão entre os dois principais usos da terra, pastoreio e uso da terra cultivada.<sup>37</sup>

Na presença de alterações climáticas criam-se climas mais quentes e secos onde a variação da taxa de precipitação é maior.<sup>38</sup>

As atividades humanas constituem uma das maiores causas de desertificação. As ações diretas induzidas pelo homem que causam desertificação são o sobrepastoreio, o sobre cultivo, a desflorestação e a salinização de terras agrícolas irrigadas. Uma estimativa das causas diretas da degradação atribui, por exemplo, 35% de responsabilidade ao sobrepastoreio, 30% à desflorestação, 28% a outras atividades agrícolas, 7% a exploração excessiva da madeira para combustível e 1% a atividades bioindustriais.<sup>39</sup>

No geral a desertificação induzida pelas atividades humanas é causada pela intensificação do uso do solo.<sup>40</sup>

Uma outra atividade induzida pelas atividades humanas é a irrigação que levou a um aumento do cultivo e da produção de alimentos em terras secas. Em grande escala a irrigação também resultou em muitos problemas ambientais como alagamentos e salinização, poluição da

---

<sup>35</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, pp 10-12. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>36</sup> *op. cit.* p 12

<sup>37</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 10

<sup>38</sup> LEIGHTON, Michele – **Drought, desertification and mitigation: past experiences, predicted impacts and human rights issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 2011, p 327. [Consult. Em 15 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <http://issuu.com/aemilius/docs/unesco-book-leighton-chapter-drought--desertificai>

<sup>39</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 3

<sup>40</sup> *ibid*

água, eutrofização e exploração insustentável das águas subterrâneas de aquíferos, que degradam as terras secas. Para praticar a irrigação, geralmente, os rios são desconectados das suas várzeas e habitats aquáticos interiores e a recarga das águas subterrâneas é reduzida. Em geral, há um declínio da biodiversidade e dos serviços prestados pelos sistemas de águas interiores em zonas áridas, o que agrava ainda mais a desertificação.<sup>41</sup>

Incêndios frequentes e intensos podem ser um importante contribuinte para a desertificação, enquanto fogos controlados desempenham um papel importante na gestão do pastoreio e sistemas de cultivo. Por outro lado, os incêndios podem ser uma importante causa de desertificação em algumas regiões quando afetam a vegetação natural. A intensidade e frequência excessiva pode levar a mudanças irreversíveis nos processos ecológicos e, em última análise, conduzir à desertificação. As consequências de tais mudanças incluem a perda de matéria orgânica do solo, erosão, perda de biodiversidade e mudanças de habitat para muitas plantas e espécies de animais.<sup>42</sup>

Na fase de regeneração de uma região em que ocorreu um incêndio florestal, causas naturais de erosão devido à exposição direta do solo e outras de origem antrópica podem ter influência e acentuar a erosão nessas regiões.<sup>43</sup>

## II | 1.1 Degradação das terras

A degradação das terras é a redução ou perda, nas regiões áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas, da produtividade biológica ou económica e da complexidade da agricultura de sequeiro, das terras com culturas irrigadas, das pastagens, e zonas florestais e matas resultantes de utilizações da terra ou da combinação de um ou vários processos, incluindo processos induzidos pelas atividades humanas e padrões de habitação como a erosão do solo causada pelo vento e/ou água, deterioração das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e, a longo prazo, perda da vegetação natural.<sup>44</sup>

Globalmente este problema afeta 33% da superfície da terra com consequências para mais de 100 países do mundo. O facto dos ecossistemas estarem tão interconectados leva a que a degradação das terras desencadeie processos destrutivos que têm um efeito negativo sobre toda a biosfera. Os impactos da degradação das terras vão para além da escala local ou regional.<sup>45</sup>

Erosão, salinização, compactação e diminuição de nutrientes reduzem a capacidade dos solos susterm a produção de biomassa e de manterem a biodiversidade e de regularem o ciclo da água e dos nutrientes. Uma terra degradada pode deixar de ter capacidade para susterm a agricultura<sup>46</sup>.

A degradação das terras diminui também a qualidade e quantidade dos serviços dos ecossistemas como os fluxos hidrológicos, manutenção do clima e das cheias, formação e proteção

---

<sup>41</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 6

<sup>42</sup> *ibid*

<sup>43</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 22

<sup>44</sup> **Land for Life**. Washington: Global Environment Facility, 2011, p XII

<sup>45</sup> *ibid*

<sup>46</sup> *ibid*

de solo que sustentam a produtividade dos agroecossistemas. Também a qualidade do ar e da água são afetados.<sup>47</sup>

As alterações climáticas aceleram todo o processo de degradação da terra, especialmente nas terras secas que possuem uma população superior a 2 bilhões de pessoas que dependem diretamente da terra como meio de subsistência.<sup>48</sup>

A salinidade é o principal problema da degradação das terras, geralmente combinado com o alagamento. Solos ricos em sódio, por si só, são de menor extensão, mas solos salino-sódicos estão bastante difundidos, especialmente no Iraque. Para os países com mais de 1 milhão de hectares de terra irrigada, os mais afetados são o Iraque com 71% da área salinizada, a antiga URSS com 51%, o Paquistão com 40% e o México com 36%. Globalmente, a média é de 30% de área de terras salinizadas. A Austrália tem 15% da sua terra irrigada afetada. No entanto estes valores não são muito exatos e o valor correto pode ser consideravelmente maior. Muitos países na África e vários na Europa não têm valores significativos de terras irrigadas salinizadas. A Ásia tem a maior percentagem de solos degradados (35%), seguida pela América do Norte (28%).<sup>49</sup>

A degradação das terras com culturas de sequeiro é maior do que a degradação induzida pelo regadio. Três países da África têm mais de 80% das suas culturas em terras secas desertificadas pela erosão hídrica, eles são a Argélia, o Quênia e o Lesoto. A maior parte da erosão que ocorreu nos últimos 50 anos deveu-se a aumentos populacionais e políticas de uso da terra. A Índia tem a maior quantidade de terras agrícolas secas e 60% de degradação. O Canadá tem a menor percentagem de terras degradadas, com apenas 8%, a perderem mais de 10% da produtividade potencial nos seus 33 milhões de hectares de terras agrícolas secas.<sup>50</sup>

O pastoreio possui a mais extensa taxa de degradação de terras entre os três principais usos do solo. Poucos países têm menos de 50% das suas terras dedicadas ao pastoreio degradadas. O sobrepastoreio do gado é o principal problema da terra, juntamente com o corte de espécies lenhosas em muitos países onde a madeira é a principal fonte de combustível.<sup>51</sup>

Aproximadamente 3% das terras secas do mundo são irrigadas, 9% são terras agrícolas de sequeiro e 88% são pastagens naturais. O predomínio de pastagens, com a sua alta percentagem de terras degradadas, leva a que exista um alto nível de desertificação global, cerca de 70%.<sup>52</sup>

A degradação das terras pode reduzir ou até mesmo destruir a capacidade produtiva dos solos, a vegetação, terras aráveis e com pastagens, bem como áreas com floresta, havendo assim maior risco de desertificação.<sup>53</sup>

---

<sup>47</sup> **Land for Life.** Washington: Global Environment Facility, 2011, p XIII

<sup>48</sup> *ibid*

<sup>49</sup> DREGNE, H. E; CHOU, Nang-Ting- Global desertification dimensions and costs. **Degradation and restoration of arid lands.** [Em linha]. Lubbock: Texas Tech. University, 1992. [Consult. Em 20 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.ciesin.org/docs/002-186/002-186.html>

<sup>50</sup> *ibid*

<sup>51</sup> *ibid*

<sup>52</sup> *ibid*

<sup>53</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification.** London. Vol. 1 [s.d.], p 3

A degradação do solo provem de dois processos:<sup>54</sup>

- Mineralização da matéria orgânica no solo (mais ativa num clima quente e húmido) e absorção de minerais pelas culturas (não compensada por aplicações de esterco), levando a uma redução da atividade das micro e mesofauna responsáveis pela macroporosidade;
- Esqueletização ou aumento relativo de areia ou cascalho nos horizontes superficiais através da erosão seletiva de partículas finas, matéria orgânica ou nutrientes como consequência dos salpicos de chuva, que compacta o solo, rompe torrões, e carrega as partículas que formam finas superfícies e sedimentação de crostas na vizinhança, que vão aumentar o escoamento.

O seguinte quadro caracteriza e resume o processo de degradação do solo:

Processo	Causas: várias fontes de energia	Fatores de resistência ambiental	Consequências: seletividade de erosão e depósitos
<b>Degradação: perda de estrutura</b> Forma: aparecimento de crostas finas	Numerosa: -mineralização da matéria orgânica -compactação -etc.	1. A resistência estrutural depende da matéria orgânica, ferro, alumínio, argila floculada, catiões e solos absorvidos. 2. Depende também da drenagem ou da recarga das águas subterrâneas. 3. A compactação depende do peso dos materiais utilizados, da pressão dos pneus do trator e do número de passagens.	A degradação envolve o transporte de pequenos sedimentos com mais reorganização e deposição.

Quadro 1: Principais características do processo de degradação do solo, Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 66

## II | 1.1.1 Vulnerabilidade dos solos aos processos de erosão

Existem vários processos e formas de erosão, tal está descrito no seguinte quadro:

Processos de erosão e suas formas	Causas: várias fontes de energia	Fatores de resistência ambiental
<b>Erosão eólica</b> Forma: marcas onduladas, montes na base de aglomerados, dunas, nuvens de poeira.	Energia do vento	1. Velocidade do vento e turbulência do ar 2. Direção do vento prevalecente 3. Resistência ambiental que depende da rugosidade do solo e da cobertura vegetal 4. A resistência do solo depende da estrutura dos torrões, textura e matéria orgânica.
<b>Erosão mecânica seca</b> Forma: rastejamento	Através da gravidade e pressão dos elementos de cultivo	1. Depende da intensidade do cultivo, da frequência e tipo de implementação 2. Depende do declive e coesão do solo.
<b>Erosão laminar (sheet erosion)</b> Formas: folhas de areia, finas crostas de sedimentação, pedestais pequenos, micro falésias	Impacto das gotas da chuva	1. Cobertura vegetal 2. Declive 3. Solo 4. Técnicas e estruturas de controlo de erosão.
<b>Erosão linear</b> Forma: ranhuras, regatos, barrancos	A energia de escoamento depende do volume do escoamento e da sua velocidade ao quadrado	1. A velocidade de escoamento depende do declive e da rugosidade 2. O volume de escoamento depende do tamanho da bacia hidrográfica e da capacidade de infiltração 3. Resistência do perfil de solo e raízes

Quadro 2: Processos e formas de erosão, Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 66

<sup>54</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 21



A erosão eólica relaciona-se com a ação que o vento exerce sobre as superfícies rochosas ou sobre o solo, indo afetar partículas como as areias ou silte que são facilmente transportadas e desgastadas, se não estão agregadas na matéria orgânica, nas raízes ou nas argilas.<sup>55</sup>

A erosão mecânica seca é um processo de remoção+transporte+deposição que toma lugar sem a ação da água. Pouco se sabe sobre isso ou sobre a sua extensão em termos quantitativos. Através da gravidade e da pressão de elementos de cultivo, os horizontes superficiais são despojados de encostas superiores e de áreas onde o declive é irregular e a sua massa é depois empurrada para baixo para o fundo da topossequência onde ele forma bancos ao longo das bordas das parcelas ou em depósitos côncavos coluviais cuja textura é muito parecida com a do horizonte original.<sup>56</sup>

O grau de deslocamento do solo depende do tipo de implementação, da frequência das passagens, da direção dos cultivos e da inclinação do declive.<sup>57</sup>

Os impactos causados no solo pela erosão hídrica são originados por fatores como a energia da chuva (erosividade), o declive, a resistência do solo (erodibilidade), a vegetação e a percentagem de cobertura do solo, a extensão e exposição da vertente e as suas práticas de gestão.<sup>58</sup>

A erosão laminar é a fase inicial da erosão hídrica e é causada pela força de impacto das gotas de chuva no solo descoberto e desaloja as partículas de terra.<sup>59</sup>

A erosão laminar leva à degradação da superfície de todo o solo. Isto significa que é dificilmente detetável a partir de um ano para o seguinte, uma vez que a erosão pode parecer insignificante quando comparada com a expansão do solo. No entanto, quando combinada com a erosão mecânica seca e com a deterioração dos macroporos, após mineralização acelerada de matéria orgânica e com compactação, a erosão superficial pode levar à remoção da maior parte da superfície do horizonte nalgumas décadas. O sinal mais amplamente reconhecido de erosão laminar é a presença de manchas pálidas nos pontos mais arejados nos campos, severamente afetados.<sup>60</sup>

O segundo sintoma é que as pedras são trazidas para a superfície pelos instrumentos de cultivo. O que realmente acontece é que o horizonte superficial derrete e o cultivo profundo traz seixos para a superfície. O solo fino é levado pela chuva ou pela drenagem profunda ou erosão seletiva, enquanto seixos pesados demais para ser levados se acumulam na superfície. Se houver areia no solo, o impacto das gotas de chuva irá desalojar partículas dos torrões, aplanando-os e transformando-os em camadas superficiais induzidas por erosão ou hidratação superficial (rearranjo de torrões) e crostas de sedimentação.<sup>61</sup>

---

<sup>55</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 17

<sup>56</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, pp 67-68

<sup>57</sup> *op. cit.* p 68

<sup>58</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 20

<sup>59</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 72

<sup>60</sup> *op. cit.* p 70

<sup>61</sup> *ibid*

As consequências da erosão laminar são:<sup>62</sup>

- Nivelamento da superfície do solo pela degradação de torrões e enchimento de depressões, o que leva a várias crostas suaves e esbranquiçadas;
- Esqueletização de horizontes de superfície através da perda seletiva de matéria orgânica e argila, deixando para trás uma camada de areia e cascalho mais pálida do que o horizonte de superfície subjacente;
- Lavagem do horizonte de superfície, deixando manchas pálidas onde o horizonte mineral subjacente está exposto.

A energia que a erosão linear gera é limitada e concentrada em linhas de fluxo sobre os maiores declives e já não se espalha por toda a superfície. Esta forma de erosão é, portanto, uma indicação de que o escoamento se tornou organizado, aumentando a velocidade e a aquisição de uma energia cinética capaz de cortar o solo e carregar as partículas cada vez maiores, e não apenas argila e lodo em erosão seletiva laminar, mas cascalho ou seixos e blocos de maiores dimensões, uma vez que a formação de barrancos se inicia.<sup>63</sup>

Entre as forças naturais de degradação da terra, o vento tem o maior papel na deriva de solo de superfícies soltas e maioritariamente de áreas com dunas.<sup>64</sup>

Estima-se que no mundo cerca de dois bilhões de terra biologicamente produtiva se tenha tornado não produtiva devido a degradação irreversível.<sup>65</sup>

A vulnerabilidade dos solos nos ecossistemas de terras secas está associada com o longo período de tempo necessário para a sua génese, devido à ausência de desgaste químico das rochas. A seca edáfica promove a formação das estruturas de grãos individuais, isto é, que podem ser facilmente pulverizadas.<sup>66</sup>

A deflação é um processo induzido pela deriva do vento que reúne as partículas, criando-se novas dunas móveis através da sua deposição. Estes solos possuem um deficit em matéria orgânica e podem tornar-se estéreis através do sobrepastoreio e da erosão eólica, ou quando não podem continuar a ser cultivados, exceto com irrigação, devido às condições climáticas prevalentes.<sup>67</sup>

Analisando-se o impacto que os ventos têm nas condições de erosividade e erodibilidade dos solos constata-se que a velocidade do vento na superfície do solo varia de acordo com a rugosidade da topografia. Ela começa a diminuir a uma altitude de dez vezes acima da altura da cobertura vegetal, da rugosidade natural e antrópica. O vento é retardado por um efeito de atrito em contacto

---

<sup>62</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 71

<sup>63</sup> *op. cit.* p 167

<sup>64</sup> ABDELFAH, Mahmoud Ali- **Land Degradation Indicators and Management Options in the Desert Environment of Abu Dhabi, United Arab Emirates**. In Soil Survey Horizons. [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 2009. p 3 [Consult. Em 18 Set. 2012]. Disponível em WWW: <https://www.crops.org/files/publications/soil-survey-feature-spring-2009.pdf>

<sup>65</sup> *ibid*

<sup>66</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 13

<sup>67</sup> *ibid*

com a superfície de areia ou de partículas móveis. A camada de ar mais baixa tem velocidade nula numa espessura de cerca de 1/30 do diâmetro da partícula.<sup>68</sup>

Os efeitos de um sistema de ventos na superfície do solo variam de acordo com a erosividade da chuva e do vento e da erodibilidade do solo.<sup>69</sup>

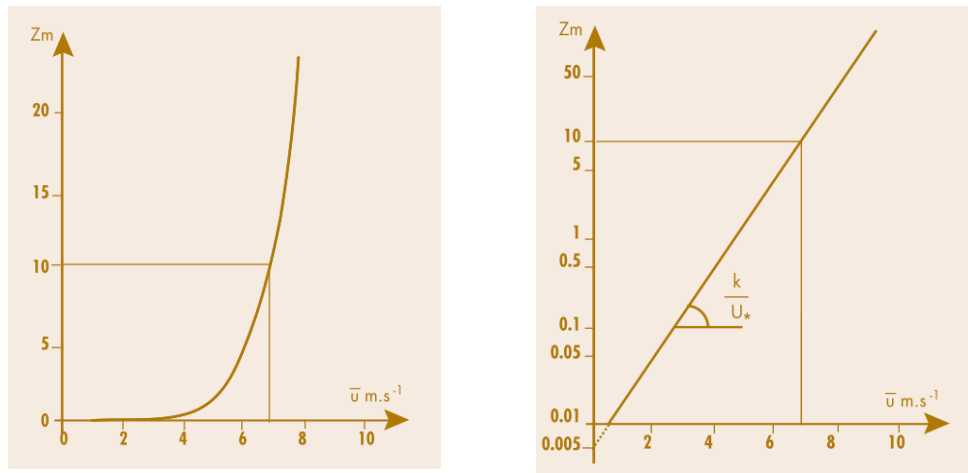


Figura 2: Perfis de velocidade de vento perto do solo representado em coordenadas cartesianas (esquerda) e coordenadas semi-logarítmicas (direita)- Fonte: DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 14

ZM: altura em metros;  $U$  m.s<sup>-1</sup>: velocidade do vento;  $U^*$ : poder de quebra do solo;  $Z_0$ : parâmetro de rugosidade na velocidade zero do vento;  $k$ : constante Von Karman [= 0,35]

A capacidade de erosão do solo diminui quando os valores de algumas variáveis aumentam (+) e quando outras variáveis diminuem (-):<sup>70</sup>

- Erosividade- capacidade da chuva e vento para induzir a erosão suficiente para remover a camada superior do solo.

Parâmetros do vento:

- >Velocidade (+)
- >Frequência (+)
- >Duração (+)
- >Área (+)
- >Turbulência (+)
- >Poder de corte (+)

<sup>68</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 14

<sup>69</sup> *ibid*

<sup>70</sup> *ibid*

- Erodibilidade- dependente das propriedades do solo.

Parâmetros de sedimentação:

>Tamanho do grão (+/-)

>Altura (-)

>Orientação (-)

>Poder abrasivo (+)

>Transportabilidade (-)

>Matéria orgânica (-)

Parâmetros de superfície:

>Vegetação: resíduos, altura, orientação, densidade e suavidade (-)

>Extensão da superfície (-)

- Humidade no solo (-)

- Rugosidade do solo (-)

- Tamanho da superfície (-)

- Inclinação da superfície (+/-)

As secas recorrentes aumentam a vulnerabilidade do solo à erosão eólica, assim como o excesso de chuva tem neste um papel destrutivo.<sup>71</sup>

## II | 1.2. Alterações climáticas

As AC manifestam-se sob a forma de alterações das características climáticas, precipitação e temperatura num período prolongado de tempo, de décadas ou superior, de forma persistente. A relação entre os níveis de gases de GEE na atmosfera, particularmente de CO<sub>2</sub>, e o aquecimento global nos últimos 100 anos levam a que haja uma grande probabilidade da intensificação destas alterações ao longo do século XXI.<sup>72</sup>

O aquecimento global levará a alterações nos padrões de distribuição temporal e espacial da precipitação, assim como das características dos seus extremos.<sup>73</sup>

De acordo com o Quarto Relatório de Avaliação do IPCC nos últimos 50 anos têm-se verificado alterações no clima. Estas alterações são visíveis através do aumento da temperatura média do ar e dos oceanos à escala global, do aumento do nível médio das águas do mar e da intensificação do degelo.<sup>74</sup>

A seguinte figura ilustra uma projeção das alterações de temperatura à superfície para o início e fim do século XXI em relação ao período 1980-1999.<sup>75</sup>

<sup>71</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 15

<sup>72</sup> MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], p 26

<sup>73</sup> *ibid*

<sup>74</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, pp 27-28

<sup>75</sup> *op. cit.* 28

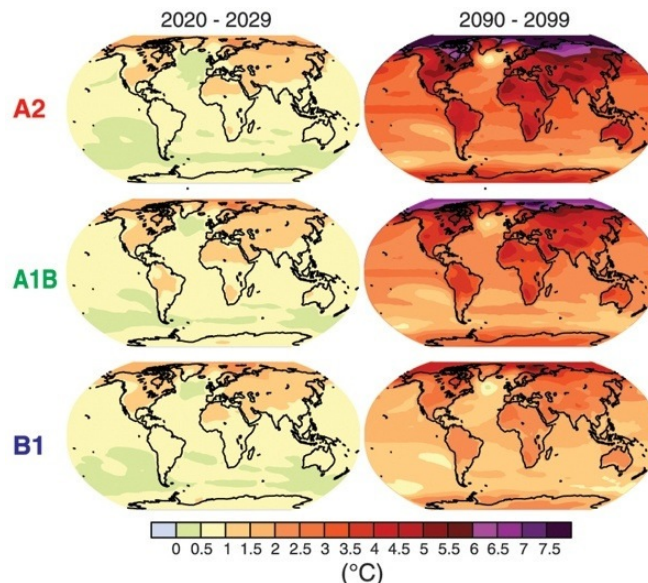


Figura 3: Projeção das alterações de temperatura à superfície para o início e fim do século XXI em relação ao período 1980-1999, Fonte: NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 28

A temperatura média à superfície aumentou 0,6° C desde finais do século XIX até ao início do século XXI, foram identificados dois períodos de aquecimento entre 1910-1945 e a partir de 1976.<sup>76</sup>

A seca é uma característica natural do clima e ocorre em quase todas as regiões climáticas com variações a nível da sua frequência, severidade e duração. Pode ser definida como um desequilíbrio temporário da disponibilidade de água, consistindo numa diminuição da frequência da precipitação média, a sua duração é incerta, e a gravidade imprevisível ou extremamente difícil de prever a sua ocorrência, resultando numa diminuição da disponibilidade de recursos hídricos.<sup>77</sup>

O início de uma seca é lento e difícil de perceber muitas vezes, terminada a seca este período também é lento e os efeitos da seca persistem após as causas desaparecerem. Altas temperaturas e altas taxas de evapotranspiração podem agravar os efeitos da seca.<sup>78</sup>

A seca é um fenómeno natural que pode ter consequências extremas, enquanto anomalia de transição das condições de precipitação numa determinada região por um determinado período de tempo.<sup>79</sup>

Ao contrário da seca, a aridez é uma característica climática permanente correspondente a um desequilíbrio na disponibilidade de água, consistindo numa precipitação média anual baixa, com

<sup>76</sup> MIRANDA, Pedro; VALENTE, M. Antónia, [et al.]- O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. In SANTOS, F.D; MIRANDA, P- **Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de adaptação, Projecto SIAM II**. 1ª Edição. Lisboa: Gradiva, 2006. ISBN 989-616-081-3. p 10

<sup>77</sup> PAULO, A.A; ROSA, R.D, [et al.]- Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. **Natural Hazards and Earth System Sciences** [Em linha]. 2012, p 1481. [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/1481/2012/nhess-12-1481-2012.pdf>

<sup>78</sup> *ibid*

<sup>79</sup> MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], p 30

alta variabilidade espacial e temporal resultando numa baixa humidade e baixando a capacidade de carga dos ecossistemas.<sup>80</sup>

A média de longo prazo dos índices de aridez calculados numa base anual quantificam o grau de secura climática de uma região. No entanto, estas proporções podem ser calculadas numa base mensal para definir um índice de seca, por exemplo o RDI.<sup>81</sup>

Vários índices de seca têm sido desenvolvidos, a maioria deles com base apenas na precipitação, alguns baseados na precipitação e evapotranspiração (ET), e outros referentes às condições de escoamento e vegetação.<sup>82</sup> Uma descrição destes é feita no ANEXO C.

## II | 2. Impactos da desertificação

A desertificação é conhecida por ter impactos significativos adversos para as populações e países afetados. Está associada com uma acelerada erosão do solo pelo vento ou pela água, acumulação de sal nos solos, redução na diversidade de espécies e biomassa proveniente das plantas havendo, como consequência, uma redução global da produtividade dos ecossistemas das terras secas. A perda de fertilidade dos solos constitui um dos maiores impactos socio-económicos da desertificação com repercussões diretas para o meio envolvente como, por exemplo, perda das espécies de animais e plantas endémicas da zona. A degradação do solo também reduz a resistência às alterações climáticas como a seca ou induzidas pelo homem como o sobrepastoreio. Além disso, pode também contribuir para as inundações e sedimentação.<sup>83</sup>

Em suma, os principais impactos da desertificação podem advir de:

- Salinização dos solos- Existem várias consequências relacionadas com o aumento da degradação das terras. Nas áreas irrigadas, quando a água é proveniente de reservatórios subterrâneos está muitas vezes poluída levando a que a evapotranspiração traga para a superfície o mineral do sal provocando uma alta salinização assim, o solo ir-se-á tornar impróprio para as culturas que não conseguem resistir a altos teores em concentração de sal. Um processo semelhante acontece também com a vegetação que cobre o solo, sendo agravado com o sobrepastoreio levando a que esta vegetação não possua tempo suficiente para se restabelecer no local.<sup>84</sup>
- Desflorestação- Como resultado direto da desflorestação existe um aumento da erosão dos solos e há a tendência para o desaparecimento do ecossistema florestal. Tal facto tem graves consequências para a fertilidade dos solos, assim como para a preservação de espécies de animais e de plantas. As raízes das plantas mantêm a estrutura do solo e podem limitar a sua erosão desde que elas ajudem a infiltração da água, reduzindo as perdas desta no solo, tornando possível a composição de solo rico e produtivo. As folhas que caem das árvores

---

<sup>80</sup> PAULO, A.A.; ROSA, R.D, [et al.]- Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. **Natural Hazards and Earth System Sciences** [Em linha]. 2012, p 1481. [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/1481/2012/nhess-12-1481-2012.pdf>

<sup>81</sup> *op. cit.* p 1482

<sup>82</sup> *ibid*

<sup>83</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 4

<sup>84</sup> *op. cit.* p 3

reduzem a ação do vento na superfície do solo. As partes mortas das árvores que caem no chão ao decompor-se enriquecem o solo de matéria orgânica.<sup>85</sup>

- Degradação ambiental- A degradação da terra pode desencadear um ciclo de degradação ambiental, empobrecimento, migração e conflito, comprometendo muitas vezes a estabilidade política dos países ou regiões afetadas. A degradação dos solos em terras secas exacerba este problema que leva ao declínio da fertilidade das terras e à redução da produção agrícola. A terra degradada pode também causar inundações a jusante dos cursos de água, empobrecimento da qualidade da água, sedimentação dos rios e lagos e assoreamento dos reservatórios e dos canais de navegação. Também podem ocorrer tempestades de areia e poluição do ar que podem originar problemas para a saúde e depósitos de sedimentos não desejados.<sup>86</sup>

A desertificação tem impactos ambientais a nível global e à escala regional. As áreas afetadas às vezes podem estar localizadas a milhares de quilómetros de distância das áreas desertificadas. Processos relacionados com a desertificação, tais como a redução da vegetação, por exemplo, podem aumentar a formação de aerossóis e poeiras. Estes, por sua vez, afetam a formação de nuvens e os padrões de chuva, o ciclo do carbono global e da biodiversidade vegetal e animal. Por exemplo, a visibilidade em Pequim é frequentemente afetada por tempestades de poeira originárias do deserto de Gobi (Norte da China e Sul da Mongólia) na Primavera. Grandes tempestades de poeira provenientes da China afetam a península da Coreia e do Japão podendo mesmo ter um impacto na qualidade do ar na América do Norte.<sup>87</sup>

A redução da cobertura vegetal em zonas áridas leva a jusante inundações destrutivas e excessivas quantidades de argila e silte são depositadas em reservatórios de água, poços, deltas de rios, bocas de rio e áreas costeiras, muitas vezes localizadas fora das zonas áridas.<sup>88</sup>

Os impactos sociais e políticos da desertificação também se podem estender a regiões não-áridas. Secas e perda de produtividade das terras são fatores predominantes no movimento de pessoas de terras secas para outras áreas. Um influxo de migrantes pode reduzir a capacidade da população para usar os serviços do ecossistema de forma sustentável. Tal migração pode exacerbar a expansão urbana e a competição por recursos naturais escassos.<sup>89</sup>

A desertificação afeta as alterações climáticas globais através de perdas de solo e vegetação. Os solos das terras secas possuem mais de um quarto de todo o carbono orgânico armazenado no mundo, assim como quase todo o carbono inorgânico. Com processos de desertificação o solo pode libertar uma grande fração do carbono para a atmosfera global, com consequências significativas de

---

<sup>85</sup> COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.], p 3

<sup>86</sup> KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 14

<sup>87</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 8

<sup>88</sup> *ibid*

<sup>89</sup> *ibid*

*feedback* para o sistema climático global. Estima-se que 300 milhões de toneladas de carbono são perdidas para a atmosfera a partir de terras secas.<sup>90</sup>

O efeito das alterações climáticas globais sobre a desertificação é complexo e não está ainda suficientemente bem estudado. As alterações climáticas podem afetar negativamente a biodiversidade e agravar a desertificação devido ao aumento da evapotranspiração e uma provável diminuição da precipitação em zonas áridas, embora possa aumentar globalmente. No entanto, o dióxido de carbono também é um recurso importante para a produtividade das plantas, a eficiência do uso da água irá melhorar significativamente para algumas espécies em terras secas que podem responder favoravelmente. Estas respostas contrastantes de diferentes plantas de terras secas, para maiores níveis de dióxido de carbono, aliadas às temperaturas podem levar a mudanças em composição e abundância de espécies. Portanto mesmo que as alterações climáticas possam aumentar a aridez e o risco de desertificação em muitas áreas os consequentes efeitos sobre os serviços dirigidos por perda de biodiversidade e, portanto, sobre desertificação são difíceis de prever.<sup>91</sup>

As principais consequências das alterações climáticas relacionadas com os recursos hídricos são o aumento da temperatura, mudanças nos padrões de precipitação e cobertura de neve, um aumento na frequência de inundações e secas e o possível grande impacto de futuros aumentos no nível do mar. Há também um crescente corpo de investigação sobre a natureza e escala dos impactos futuros.<sup>92</sup>

Com o intuito de analisar, compreender e controlar os impactos da desertificação, têm sido desenvolvidos diversos estudos e projetos sobre esta temática na Europa. Alguns destes estudos estão descritos no ANEXO D.

---

<sup>90</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 18

<sup>91</sup> *ibid*

<sup>92</sup> Climate change and water adaptation issues. **EEA Technical report** [Em linha]. n.º 2, 2007. p 9 [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: [http://www.medioambientecantabria.com/documentos\\_contenidos/18354\\_1.informe\\_tecnico\\_2007\\_1.pdf](http://www.medioambientecantabria.com/documentos_contenidos/18354_1.informe_tecnico_2007_1.pdf). ISSN 1725-2237



### III | Reversibilidade dos problemas de desertificação

#### III | 1. Prevenção da desertificação

A criação de uma cultura de prevenção pode ser um longo caminho para proteger as terras secas antes do início da desertificação ou da sua continuação. A cultura de prevenção requer uma mudança nos governos e das atitudes das populações através de melhores incentivos. Evidências de um crescente corpo de estudos de caso demonstram que as populações nas terras secas, com base na sua experiência ativa e na inovação, podem adiantar-se à desertificação, melhorando práticas agrícolas e melhorando a mobilidade do pastoreio de forma sustentável.<sup>93</sup>

A gestão integrada das terras e da água são os principais métodos de prevenção da desertificação. Todas as medidas que protegem os solos da erosão, salinização e outras formas de degradação do solo são uma maneira eficaz de prevenir a desertificação. O uso sustentável da terra pode resolver o impacto de atividades humanas como sobrepastoreio, a sobreexploração de plantas, pisoteio do solo e práticas de irrigação insustentáveis que exacerbam a vulnerabilidade das terras secas. Estratégias de gestão devem incluir medidas para espalhar a pressão das atividades humanas, práticas melhoradas na gestão de água podem melhorar os serviços hídricos. Estes podem incluir o uso da colheita tradicional de água, técnicas de armazenamento de água e diversas medidas de conservação de solo e água. Manutenção das práticas de gestão para a captação de água durante episódios de chuvas intensas também ajudam a evitar o escoamento superficial que arrasta solo e reduz a sua fertilidade e humidade disponível. Melhorar a recarga de água subterrânea através de água do solo, conservação, revegetação a montante espalhando a água da enchente pode fornecer reservas de água para uso durante os períodos de seca.<sup>94</sup>

A proteção da cobertura vegetal pode ser um instrumento importante para a prevenção da desertificação. Manutenção da cobertura vegetal para proteger o solo da erosão eólica e hídrica é um preventivo chave contra a desertificação. Uma cobertura vegetal adequadamente mantida também evita a perda dos serviços dos ecossistemas durante os episódios de seca. A diminuição das chuvas pode ser induzida se a cobertura vegetal se tiver perdido devido ao sobrepastoreio, excesso de cultivo, desflorestação, ou atividades de mineração.<sup>95</sup>

Nas zonas sub-húmidas secas e semi-áridas deverá haver condições que favoreçam as práticas agrícolas mistas, em que se combina pecuária e cultivo, obtendo-se assim uma reciclagem mais eficiente de nutrientes dentro do sistema agrícola. Existem benefícios para as terras agrícolas a partir de estrume fornecido por animais mantidos em campos à noite, durante a estação seca. A desertificação pode também ser evitada recorrendo a alternativas de meios de subsistência que não dependem dos usos tradicionais da terra, são menos exigentes na terra local e no uso de recursos naturais.<sup>96</sup>

---

<sup>93</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 14

<sup>94</sup> *ibid*

<sup>95</sup> *ibid*

<sup>96</sup> *op. cit.* pp 14-15

### III | 2. Técnicas de combate à desertificação

Atualmente é completamente necessário e urgente combater os processos de desertificação. Quanto mais tempo se levar a identificar as áreas afetadas maior será o intervalo de tempo para a recuperação das áreas degradadas, podendo mesmo ser atingido um limite em que, tanto a nível económico como a nível prático, este se torna irreversível. Assim, grande parte das medidas apontadas como soluções estão relacionadas também com medidas preventivas de boas práticas de uso de solo.<sup>97</sup>

De acordo com o texto final da Convenção das Nações Unidas de 12 de Setembro de 1994 combate à desertificação são "... as atividades que fazem parte do aproveitamento integrado da terra nas zonas áridas, semi-áridas e sub-húmidas secas com vista ao seu desenvolvimento sustentável e, que têm por objetivo:<sup>98</sup>

- A prevenção e/ou redução das terras,
- A reabilitação de terras parcialmente degradadas,
- A recuperação de terras degradadas"

Para combater os problemas de desertificação de forma eficaz, é importante, mas complicado distinguir entre os que resultam das condições naturais dos ecossistemas das terras secas e aqueles causados por insustentáveis práticas, bem como os fatores económicos e políticos.<sup>99</sup>

A medição persistente da redução da capacidade dos ecossistemas para o fornecimento de serviços proporciona uma forma robusta e operacional para quantificar a degradação da terra e a desertificação. É lógico, portanto, medir a produtividade em termos de "coisas que os ecossistemas fornecem e que importam para as pessoas", isto é, serviços do ecossistema. O quadro 3 contém uma lista de serviços ecossistémicos essenciais das terras secas, isso faz com que a degradação seja quantificável de maneira operacional, uma vez que muitos dos serviços do sistema ecológico são mensuráveis e alguns são rotineiramente monitorizados. Além disso, tal abordagem é robusta, pois baseia-se no fluxo de serviços a um amplo espectro de pessoas.<sup>100</sup>

A desertificação e políticas para o seu combate devem ser consideradas em diferentes escalas espaciais, somente tais abordagens permitem ter em conta evoluções atuais e projetar um conjunto de ações adaptadas aos problemas a serem resolvidos.<sup>101</sup>

Nas regiões mais suscetíveis à desertificação, com condições climáticas áridas e semi-áridas os fatores mais limitantes são a escassez de recursos hídricos, temperaturas extremas, altos teores de evapotranspiração e solos pobres.<sup>102</sup>

---

<sup>97</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 10

<sup>98</sup> UNITED NATIONS- Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries experiencing serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa. **Intergovernmental Negotiating Committee for the Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa** [Em linha]. A/AC.241/27, 12 September 1994. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.unccd.int/Lists/DocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>

<sup>99</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 9

<sup>100</sup> *op. cit.* p 5

<sup>101</sup> CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964, p 11

<b>Serviços de provisão</b> <i>Bens produzidos ou fornecidos pelos ecossistemas</i>	<b>Serviços reguladores</b> <i>Benefícios obtidos da regulação dos processos dos ecossistemas</i>	<b>Serviços Culturais</b> <i>Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provisões derivadas de produtividade biológica; alimentos, fibras, forragens, lenha e bioquímicos.</li> <li>- Água doce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Purificação de água e regulação.</li> <li>- Polinização e dispersão de sementes.</li> <li>- Regulação do clima (local através de cobertura vegetal e global através do sequestro de carbono)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recreação e turismo.</li> <li>- Identidade cultural e diversidade.</li> <li>- Paisagens culturais e valores patrimoniais.</li> <li>- Sistemas de conhecimento indígenas.</li> <li>- Serviços espirituais, estéticos.</li> </ul>
<b>Serviços de Apoio</b> <i>Serviços que mantêm as condições para a vida na Terra</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento do solo (conservação, formação).</li> <li>- Produção primária.</li> <li>- Ciclagem de nutrientes.</li> </ul>		

Quadro 3: Serviços ecossistêmicos essenciais das terras secas- Fonte: Adaptado de ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well-Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 5

Planejar e desenhar nestas áreas está diretamente relacionado com o desenvolvimento de paradigmas da paisagem alternativos que exigem o uso adequado de plantas e captação de água, em especial nas regiões áridas onde a água é extremamente escassa e onde a aplicação de técnicas sustentáveis é essencial.<sup>103</sup>

Para inverter o processo de desertificação é necessário desenvolver duas fases sequenciais; uma fase de reversão, que requer o máximo de energia de entrada e a fase de manutenção que requer um mínimo de energia de entrada no sistema.<sup>104</sup>

Este processo é conhecido por “de-desertificação” no qual se analisa a reação entre a energia de entrada imposta ao sistema e o período de tempo requerido por ele para reagir e reverter o processo de desertificação, dando, portanto, a possibilidade da sucessão ecológica de evoluir para arborização.<sup>105</sup>

Proteger solos da erosão adicional do vento e da água é um dos primeiros passos a tomar. Depois disso o tratamento adequado de solo depende da história do local e de qual é a sua condição. O objetivo é restaurar a estrutura do solo, a sua fertilidade, as suas funções e os complexos ecossistemas do solo para o seu estado original. O uso histórico vai ajudar a determinar o que é necessário ser feito.<sup>106</sup>

<sup>102</sup> NUNES, J; MARQUES, A, [et al.]- Modular Landscapes in Arid Climates Redefining Sustainability in Public Space. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>103</sup> *ibid*

<sup>104</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>105</sup> *ibid*

<sup>106</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 162

### III | 2.1. O restauro ecológico no combate à desertificação

A ideia de combater o processo de desertificação com base em estratégias de restauro ecológico que iniciam uma sucessão autogénica são os mais apropriados para ecossistemas áridos extensivamente geridos, que não podem ser completamente restaurados por métodos artificiais.<sup>107</sup>

Um ecossistema que foi perturbado devido à forma como o solo foi utilizado, depois de ser abandonado tende a voltar ao estado anterior, antes de ter sido perturbado. No entanto esta recuperação pode ser muito lenta, consoante o estado de degradação e de produtividade do solo. Esta recuperação pode ser acelerada ou retardada consoante a ocorrência ou não de precipitação, até ser restabelecido o equilíbrio energético e a vegetação natural.<sup>108</sup>

A incerteza a nível do clima e as condições extremas tornam o processo de restauro num desafio mesmo quando os recursos adequados estão disponíveis, quando os recursos são limitados deve ser elaborado um plano de forma cautelosa, agir deliberadamente e esperar pelo tempo favorável.<sup>109</sup>

Aprendeu-se muito sobre o funcionamento dos ecossistemas das regiões secas nos últimos 80 anos, mas grande parte ainda continua por se saber.<sup>110</sup>

Um projeto de restauro deve incluir conjuntamente objetivos estruturais e funcionais. Funções melhoradas podem facilitar a recuperação natural, melhorar a produtividade, estabilizar os ecossistemas do local e reduzir riscos. Melhorar as funções e as estruturas pode ajudar a restaurar os serviços do ecossistema com alto valor como a retenção de água, controlo de inundações, purificação da água, produção de oxigénio e controlo de poeiras.<sup>111</sup>

Antes de realizar um restauro é necessário considerar seis atividades relacionadas para ação imediata e implementação. Essas ações são; proteção do local de perturbações adicionais, recolha de sementes, proteção de elementos naturais, controlo de erosão, controlo de espécies exóticas e realizar pesquisas.<sup>112</sup>

Determinar a extensão de solo degradado e as ações adequadas para o restauro das suas características “nativas” envolve tanto pesquisa histórica como análise. As propriedades do solo fornecem indícios sobre a vegetação que existiu no passado e dos abusos que ocorreram, muitas vezes, durante centenas de anos. É muito importante estudar uma referência que não sofreu degradação ou, se não for possível, uma com menos degradação em relação ao local a restaurar, se alguma puder ser encontrada. Esta deve ser uma comunidade nativa de vegetação semelhante que tenha sofrido danos mínimos e que seja tão próxima quanto possível no tipo de solo, aspeto, declive,

---

<sup>107</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>108</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 16

<sup>109</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 90

<sup>110</sup> *ibid*

<sup>111</sup> *ibid*

<sup>112</sup> *op. cit.* pp 91-92

comunidade vegetal, ao local a restaurar. Esta referência deve ter a capacidade de se proteger a ela própria de degradação.<sup>113</sup>

A referência reflete o estado desejado de que o ecossistema restaurado se deve aproximar depois dele ter atingido a maturidade ecológica. A referência pode ser um ou mais ecossistemas atuais, ou pode ser uma representação deles. Pode ser, por exemplo, um ecossistema histórico registado em fotografias ou espécies num museu. Pode ser um ecossistema histórico remanescente que ainda persiste no local do projeto ou num local semelhante nas proximidades. Ele pode ser sintetizado a partir de um certo número de fontes que retratam coletivamente uma aproximação razoável de condições históricas. O modelo de referência deve conter as alterações ambientais recentes no local ou nas vizinhanças que possam influenciar o estado do ecossistema futuro e a trajetória de desenvolvimento do ecossistema.<sup>114</sup>

Um ecossistema restaurado deve apresentar os seguintes atributos ecológicos:<sup>115</sup>

- Composição adequada de espécies que seja suficiente para permitir o desenvolvimento de uma estrutura normal da comunidade,
- Ausência de invasoras, espécies exóticas, com o grau considerado necessário para proteger a saúde e a integridade do sistema,
- Presença de todos os grupos de espécies funcionais ou o seu provável aparecimento espontâneo num ecossistema restaurado maduro,
- Adequação do ambiente físico para suportar a biota,
- Função do ecossistema normal ou pelo menos a ausência de sinais de disfunção,
- Integração com a paisagem circundante, em termos de fluxos normais e intercâmbios de organismos, materiais e fontes de energia,
- Ausência de ameaças externas da paisagem para a integridade e saúde do ecossistema restaurado na maior medida possível.

Atualmente o restauro de terras florestais inclui o uso de herbáceas, arbustos e árvores, bem como as atividades destinadas a melhorar o restauro autogénico dos ecossistemas. Tem vindo a haver um aumento no interesse em trabalhar para o desenvolvimento de práticas sustentáveis de restauro da paisagem.<sup>116</sup>

Espécies como *Pinus Pinaster*, *Castanea Sativa* parecem ser boas opções quando se necessita uma boa tolerância à seca.<sup>117</sup>

Nos últimos anos foram feitos diversos estudos sobre restauro de terras semi-áridas, um dos quais investiga o caso da utilização da espécie de *Stipa tenacissima* L. Steppes.<sup>118</sup>

---

<sup>113</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 143

<sup>114</sup> ARONSON, James; BAUTISTA, Susana; VALLEJO, Ramón- **Land Restoration to Combat Dsertification, Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation**. Valencia, Spain: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo – CEAM, 2009. ISBN: 978-84-921259-5-1, pp 28-29

<sup>115</sup> *op. cit.* p 28

<sup>116</sup> *op. cit.* p 73

<sup>117</sup> *op. cit.* p 92

As “touceiras” de *Stipa* modificam a disponibilidade de recursos como a luz, nutrientes e águas em estepes semi-áridas a diferentes escalas espaciais. Esta espécie cria *hotspots* com condições favoráveis de solo e microclima, são também conhecidos por “ilhas de recursos” ou “ilhas de fertilidade”, fenómeno comumente descrito em espécies de arbustos de áreas áridas e semi-áridas do nosso planeta.<sup>119</sup>

Alguns estudos falharam na observação das características descritas anteriormente, sugerindo que a sua capacidade de criar “ilhas de recursos” pode depender das condições do local.<sup>120</sup>

Atualmente as principais estratégias para reverter e/ou controlar o processo de desertificação estão maioritariamente focadas em:

1. Processos de conservação do solo:
  - Controlo da erosão eólica
  - Controlo da erosão hídrica
2. Processos de melhoramento do solo
3. Manutenção adequada e conservação de recursos

## **1. Processos de conservação do solo**

### **1.1. Controlo da erosão**

O melhor método de controlo da erosão para um determinado local depende do declive, da textura do solo, dos objetivos de revegetação ou restauro e da vida selvagem existente.<sup>121</sup>

É muito mais barato prevenir do que reparar a erosão hídrica e eólica. Um dos primeiros passos de muitos projetos de restauro é tentar compreender os problemas de erosão e desenvolver um programa de tratamento para desacelerar ou travar a erosão, enquanto o projeto está em desenvolvimento.<sup>122</sup>

Para controlar a erosão hídrica é muitas vezes necessário remodelar a superfície do solo, podendo este processo incluir fazer covas no solo à mão ou com a ajuda de uma máquina. Cavar em áreas mais elevadas em relação às bacias hidrográficas pode recolher o escoamento e reduzir a formação de barrancos e o fluxo da erosão.<sup>123</sup>

Para além de ter que ser mantido o solo no seu próprio lugar este, frequentemente, necessita de trabalho adicional para restaurar as suas funções e estrutura quando comparado com um local que não sofreu perturbações. Os fatores mais relevantes incluem a estrutura do solo, a textura, a fertilidade, a matéria orgânica, os organismos do solo e crostas do solo. Propagar ou plantar material de plantas morto pode reduzir a velocidade do vento e proteger o local da erosão eólica. A

---

<sup>118</sup> ARONSON, James; BAUTISTA, Susana; VALLEJO, Ramón- **Land Restoration to Combat Desertification, Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation**. Valencia, Spain: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo – CEAM, 2009. ISBN: 978-84-921259-5-1, p 122

<sup>119</sup> *op. cit.* p 125

<sup>120</sup> *ibid*

<sup>121</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 152

<sup>122</sup> *ibid*

<sup>123</sup> *op. cit.* p 144

propagação pode criar zonas de deposição de poeiras e limitar a erosão da superfície do solo durante períodos de vento muito intensos. Em zonas com vento muito intenso o material pode ter que ser colocado amarrado. Caso o material ou as plantas nativas não estejam disponíveis então “*mulch vertical*” pode ser usado para reduzir a velocidade do vento e capturar as partículas finas e as sementes que por este são sopradas, tal facto, frequentemente, melhora a infiltração da água no solo. Vedações contra o vento e processos mais elaborados de controlo de poeiras podem ser muito úteis em locais muito fustigados pelo vento e com condições severas onde o vento que sopra levanta as poeiras.<sup>124</sup>

### 1.1.1. Controlo da erosão eólica

É importante diferenciar entre fluxos de vento e fluxos de areia. As correntes de vento são regidas por sinótica e condições regionais meteorológicas, enquanto as condições locais e regionais regulam principalmente os fluxos de areia, o que inclui a captação de areia, transporte e deposição, de acordo com mecanismos de substituição de carga física, que por sua vez são regulados pela paisagem, cobertura vegetal e infraestruturas humanas. Antes de seleccionar uma estratégia de controlo de invasão de areia, devem ser feitas análises e deve ser feita uma distinção entre deslocamento individual de partículas e movimentos de dunas.<sup>125</sup>

A estabilização de solos afetados pela erosão eólica é conseguida através da redução da saltação. Esta redução pode envolver construir partículas de superfície do solo através de alterações orgânicas, adubos verdes, *mulching*, ou polímeros sintéticos para aumentar o tamanho dos agregados acima do alcance da saltação ou estabilizar a superfície de areia. Áreas agrícolas também podem ser protegidas pela introdução de quebra-ventos e de estabilização das dunas de areia através da florestação.<sup>126</sup>

A implementação da florestação é considerada uma medida preventiva para algumas terras das regiões secas que ainda não estão degradadas ou significativamente degradadas. Plantações florestais estão a desempenhar um ótimo papel no combate da erosão eólica e apresentam múltiplos benefícios como é o caso do balanço hidrológico, da melhoria da qualidade ambiental, do melhoramento do restauro de habitats e do aumento do valor estético.<sup>127</sup>

A vegetação é restabelecida através da regeneração natural seguida de uma melhoria da humidade do solo. O processo requer a exclusão do pastoreio no local durante o período de reabilitação, ou seja, entre 2 a 5 anos. Uma sementeira útil e espécies adaptadas vão acelerar o processo de regeneração sendo que, depois do estabelecimento e da avaliação do rumo das capacidades específicas e sazonais, um plano de intervalos-usos pode ser desenvolvido para

<sup>124</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 155

<sup>125</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964 , p 24

<sup>126</sup> ABDELFAH, Mahmoud Ali- **Land Degradation Indicators and Management Options in the Desert Environment of Abu Dhabi, United Arab Emirates**. In Soil Survey Horizons. [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 2009. p 5 [Consult. Em 18 Set. 2012]. Disponível em WWW: <https://www.crops.org/files/publications/soil-survey-feature-spring-2009.pdf>

<sup>127</sup> *ibid*

assegurar a sustentabilidade de uso dos recursos naturais. Isto incluirá irrigação de apoio à produção de forragens necessárias ao gado durante os períodos de seca.<sup>128</sup>

As iniciativas de luta contra os impactos do vento, geralmente, envolvem o esgotamento da areia ou invasão e o balanço sedimentar e o tipo de duna existente deve ser tido em conta, enquanto se distingue entre:<sup>129</sup>

- Mobilidade de areia em áreas de origem, com um balanço de sedimentos negativo, onde as partículas móveis devem ser bloqueadas;
- Mobilidade de areia em áreas de trânsito onde os fluxos de vento devem ser desviados para evitar enterrar infraestruturas humanas na areia;
- Mobilidade de areia em áreas de depósito, com um balanço de sedimentos positivo onde a acumulação excessiva de areia e a génese de dunas são problemáticas para assentamentos humanos.

O controlo da erosão eólica é um processo de duas etapas:<sup>130</sup>

- Na primeira etapa, o local a ser protegido é classificado como pertencente a um sistema global de ação de vento (GWAS), ou um sistema de ação regional de vento (RWA), tendo-se em conta a topografia e o tipo de dunas móveis, ou as condições de areia. A área a estabilizar ou a proteger é estimada no final desta fase.
- O segundo passo é operacional e destina-se a reduzir a velocidade do vento ao nível do solo, por exemplo, aumentando a rugosidade da superfície, enquanto que a melhoria das condições de humidade do solo ajuda a promover a densificação da cobertura vegetal.

O processo detalhado de estabilização de areias e dunas móveis pode ser consultado no ANEXO E.

### 1.1.2. Controlo da erosão mecânica seca

O controlo da erosão laminar e da erosão mecânica seca tem sido muitas vezes tomado como sendo a mesma coisa por causa dos seus fatores causadores e os métodos de controlo tendem a sobrepor-se.<sup>131</sup>

De uma forma geral para controlar a erosão mecânica seca deve reduzir-se o número de passagens no terreno pela maquinaria e também a quantidade de cultivo, havendo uma tendência para o cultivo mínimo, com resíduos de colheita que são deixados sobre a superfície, e o cultivo de primavera é confinado em linhas que abrangem 10% da superfície do solo, a energia gasta no cultivo deve ser reduzida, pois o solo nem sempre necessita ser transformado com um arado. Simplesmente dividi-lo com os dentes de um formão ou cultivador ou areja-lo em profundidade, aumenta a sua macroporosidade, a capacidade de armazenamento de água e enraizamento, e mantém a matéria

<sup>128</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>129</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964 , p 24

<sup>130</sup> *ibid*

<sup>131</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 69



orgânica e resíduos de culturas na superfície. Na sua forma mais extrema, o cultivo pode ser reduzido a uma linha simples, enquanto o resto do solo é coberto com uma cobertura de palha.<sup>132</sup>

A direção do cultivo é importante. Se o declive for menor que 14%, o solo pode ser trabalhado mecanicamente, alternando de uma direção para outra, o que equilibra o efeito ou restringe o transporte de sedimentos. Se o declive é superior a 14%, os tratores correm o risco de se virar, de modo que a terra deve ou ser dividida em faixas cultivadas entre os socacos, reduzindo a inclinação o suficiente, ou plantar culturas perenes que não requerem muito cultivo, ou plantas de cobertura, ou aplicação de *mulch*, ou ainda ser cultivada e cavada na direção da máxima inclinação.<sup>133</sup>

Devem ser construídos socacos de forma a criar horizontes de escoamento, de fertilidade e do solo em cada um dos níveis da encosta, que vai desenvolver-se em terraços progressivos. Tal só funcionará se o solo for profundo o suficiente, caso contrário, os socacos têm de ter menos de 5 metros de distância.<sup>134</sup>

### 1.1.3. Controlo da erosão hídrica

#### 1.1.3 | a. Controlo da erosão laminar

A aplicação de *mulch* tem um impacto muito rápido na erosão, mesmo sem cobrir todo o terreno. Se apenas 20% estiver coberto, a erosão é reduzida em 40%, se a cobertura for de cerca de 40%, a erosão é reduzida em 60% e, se 80% está coberto, a erosão é reduzida em 90% do que seria encontrado em solo nu.<sup>135</sup>

A erosão pode ser reduzida através de diversas técnicas de cultivo que, por exemplo, fornecem proteção dos solos pobres (milho, amendoim, mandioca, inhame) que são alternadas com linhas de relva ou pastagens permanentes, ou que formam tiras tampão.<sup>136</sup>

Podem ser utilizadas várias técnicas de cultivo e estruturas de controlo de erosão, em função da gestão da superfície de água.<sup>137</sup>

Métodos de gestão de água	Estruturas	Técnicas de cultivo
Escoamento agrícola (captação de água) Zonas áridas a semi-áridas	Captação de água, cisterna, drenos, diques em <i>wadis</i> , terraços descontínuos	Plantio direto, bacias Microcaptações localizadas <i>Buracos Zai</i>
Infiltração total (absorção) Zonas semi-áridas ou zonas húmidas com solos altamente permeáveis	Valas cegas Terraços radicais Terraços de bancada	Plantio direto+sulcos ligados <i>Mulching</i>
Desvio Clima semi-húmido, meses com taxa de precipitação muito alta, solo bastante impermeável	Valas de desvio Terraços argelinos Terraços radicais de drenagem	Sulcos oblíquos ou paralelos ao declive
Dissipação da energia de escoamento Todos os climas, solos semi-permeáveis, encostas não muito íngremes	Linhas ou paredes de pedra Socalcos ou linhas de relva Sebes	Sistemas agroflorestais Arar a terra Alternar culturas/pastagens <i>Mulching</i>

Quadro 4: Técnicas de cultivo e estruturas de controlo de erosão, em função da gestão da superfície de água, Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 121

<sup>132</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 69

<sup>133</sup> *ibid*

<sup>134</sup> *ibid*

<sup>135</sup> *op. cit.* p 96

<sup>136</sup> *ibid*

<sup>137</sup> *op. cit.* p 121

Em seguida são descritas algumas das técnicas utilizadas no controlo desta forma de erosão.

Verificou-se que o cultivo precedido de sulcos pode aumentar os riscos de erosão simplesmente aumentando o declive. Contudo, se os sulcos são colocados na perpendicular ao maior declive, estes podem aguentar uma quantidade considerável de água contendo areia e sólidos argilosos em suspensão. Os sulcos que seguem as curvas de nível são duas vezes mais eficazes que o simples cultivo de acordo com as curvas de nível, reduzindo a erosão em cerca de 30% em solos lavrados em encostas de 1 a 8%. No entanto, a sua eficácia diminui com o aumento da inclinação, e em encostas muito íngremes a chuva excecionalmente forte pode causar quebras em sulcos, dando assim origem a abarrancamentos graves ou até mesmo deslizamentos de terra. Isto é ainda mais provável se o horizonte superficial é de areia e muito permeável, enquanto os horizontes subsuperficiais são muito menos permeáveis.<sup>138</sup>

No cultivo em faixas tampão (*buffer stripcropping*) em declives com menos de 8% de inclinação, a erosão é reduzida para 30% nas áreas em que foram realizados testes. Contudo a efetividade das faixas tampão varia de acordo com a sua largura, mistura de culturas e a quantidade de escoamento concentrado. Enquanto essas faixas são eficazes no caso de precipitações suaves a médias, elas podem rapidamente tornar-se alagadas sob períodos com taxas de precipitação muito elevadas. Elas atuam como filtros abrandando o fluxo do escoamento, causando uma queda na sua competência e por isso, a sedimentação de areia grossa e matéria orgânica e permitem que o seu índice de infiltração suba. Estes filtros são muito eficazes quando existe uma mistura de leguminosas e gramíneas e quando a superfície do solo tem um grande número de caules ou de raízes por metro quadrado. Em princípio plantas rasteiras com rizoma e muitos talos espalhados são mais eficazes do que os grandes tufo de relva. Se este último elemento é usado, *mulch* deve ser deixado na superfície do solo para evitar a água que flui entre os tufo e os canais de escavação. Sebes vivas divididas em linhas alternadas ao longo de uma faixa de 50 a 100 cm de largura, atuam de modo semelhante às tiras de gramíneas, embora tendam a ser menos eficazes, pelo menos nos primeiros anos. Nas zonas semi-áridas do Burkina Faso e até mesmo no sul do Níger, quando as tiras de *Andropogon gayanus* são semeadas nas bordas das parcelas, ou a cerca de 20 metros umas das outras, uma boa proporção da areia levada pela erosão do vento ou erosão hídrica pode ser travada.<sup>139</sup>

Os terraços podem ser muito eficazes na captura de água em encostas e fornecem bons locais para o estabelecimento de plantas, mas necessitam de manutenção e têm um elevado custo de construção. A largura dos terraços pode ser muito reduzida em encostas mais íngremes.<sup>140</sup>

Nos locais em que existem terraços provenientes de operações de agricultura realizadas anteriormente, um dos primeiros passos a nível de restauro pode ser a sua manutenção e esforços de reparação para estabilizar os terraços, restauro da sua função e captura de água. Os terraços fornecem boas condições para o restauro em florestas e em ecossistemas naturais.<sup>141</sup>

---

<sup>138</sup> ROOSE, Eric - **Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 121

<sup>139</sup> *op. cit.* p 122

<sup>140</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 237

<sup>141</sup> *op. cit.* p 238

Podem ser executados no terreno diversos tipos de terraços tais como:<sup>142</sup>

- Banco Mediterrânico ou terraço radical (ANEXO F)
- Micro terraceamento por degraus (ANEXO G)
- Terraceamento descontínuo florestal por degraus (ANEXO H)

Outras técnicas podem ser utilizadas como o método dos buracos *Zai* que é um método tradicional e complexo que permite recuperar solos degradados em grandes frontões argilosos de areia. Este combina a recolha de escoamento com a concentração de estrume e água disponível, fazendo uso da atividade das térmitas. Existem muitas variantes, incluindo *zai* florestal que é particularmente apropriado para a introdução da atividade agro-florestal, como acontece, por exemplo na área de Sudano-saheliana.<sup>143</sup>

A técnica dos buracos *zai* é uma técnica de cultivo de solos degradados que consiste em fazer um buraco de 15 a 20 cm de profundidade e de aproximadamente 15 a 20 cm de diâmetro durante um período de seca, para recolher a água da chuva. Os buracos *zai* não são convenientes para os territórios a norte do Sahara nem para as regiões sudanesas do sul.<sup>144</sup>



Figura 4: Representação da técnica dos buracos *zai*, Fonte: [Consult. Em 20 Abr. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4690E/y4690e1t.jpg>

Sobre grandes frontões argilosos que se degradam muito rápido, uma vez que a cobertura vegetal natural desaparece, um escoamento de 10-20 m<sup>2</sup> pode ser recolhido arranjando diques em forma de meia-lua, de 2 a 6 metros de diâmetro, em que os cereais ou árvores são cultivadas. Há um sério risco de entupimento nestas microcaptações no caso do milho e de certas árvores por causa da carga suspensa no escoamento, o que rapidamente forma crostas relativamente impermeáveis. A utilização de palha ou ramos permitiria que a areia soprada pelo vento fosse presa de modo a manter uma boa capacidade de infiltração e o uso localizado do adubo também pode ajudar.<sup>145</sup>

Outra técnica usada é a dos diques de pedra construída em encostas suaves, para evitar a perda de solo através do escoamento. Existem várias técnicas, a construção de linhas de pedra são um dos sistemas mais simples, diques de pedra que seguem as curvas de nível exigem a utilização de pedras de maior dimensão para o entulho, mas permitem travar maiores taxas de escoamento. O

<sup>142</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, pp 140-141

<sup>143</sup> *op. cit.* p 132

<sup>144</sup> CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964, p 9

<sup>145</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 132

sistema de pedras erigidas e escarificadas é o mais eficaz, pois impede o escoamento da água entre as pedras de entulho, desacelera a erosão e depósitos de terra que reduzem a infiltração.<sup>146</sup>

O melhor sistema de recolha de água em declives pequenos de modo a irrigar um campo de árvores são as microcaptações *negarim*. O elemento base deste sistema é um pequeno buraco, formando uma bacia de absorção com 40 cm de profundidade e um rebordo formado em V ou uma meia-lua formada na berma da terra com 20 cm de altura.<sup>147</sup>

Este sistema permite a drenagem da cultura de estação chuvosa, onde esta cresce nas “camas” preparadas e semeadas antes do início das chuvas. Em seguida, após a temporada de chuvas, o solo está tão inchado que tem uma reserva de cerca de 400 mm de água, quando o vertissolo tem um metro de profundidade. A cisterna que segura a água da enxurrada contém várias centenas de metros cúbicos, que pode ser usada apenas como irrigação suplementar dos campos para compensar uma mudança repentina nas chuvas ou no final da temporada. Esta abordagem é adequada apenas para vertissolos ricos em argila e não para os solos vermelhos, ferruginosos e os solos tropicais que não retêm água suficiente.<sup>148</sup>

Uma descrição detalhada da utilização de estruturas de desvio do escoamento e de estruturas para dissipar a sua energia no controlo da erosão pode ser encontrada no ANEXO I.

### 1.1.3 | b. Controlo da erosão linear

Controlar o escoamento e a erosão linear implica o corte da sua velocidade e redução gradual do seu volume.<sup>149</sup>

Nos campos o volume de escoamento que os abandona pode ser reduzido através do ajustamento das técnicas de cultivo e da cobertura de plantas. Um cultivo profundo permite um melhor crescimento das raízes, melhor armazenamento de água nos horizontes subsuperficiais e, por isso, melhor desenvolvimento das plantas de cobertura, erosão e escoamento significativamente reduzidos. Outra técnica é nunca deixar a superfície do solo despida, até esta ser tão pequena quanto possível, e apenas ao longo da linha de sementes. Aqui, de novo, a água é absorvida através dos macroporos criados pela mesofauna e o nível de erosão é muito baixo.<sup>150</sup>

### Controlo e regeneração de barrancos:

Os barrancos apresentam problemas especiais porque eles ocorrem frequentemente em encostas íngremes e até mesmo fluxos de ponta breves podem causar sérios danos.<sup>151</sup>

---

<sup>146</sup> CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964, p 9

<sup>147</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 136

<sup>148</sup> *op. cit.* p 137

<sup>149</sup> *op. cit.* p 173

<sup>150</sup> *op. cit.* p 174

<sup>151</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

O controlo de barrancos pode ser difícil em qualquer ambiente, especialmente nos desertos onde as soluções de vegetação são problemáticas. Chuvas muito intensas, escoamento rápido em áreas desnudadas e encostas íngremes podem tornar esta tarefa muito difícil.<sup>152</sup>

Um dos primeiros passos no controlo de barrancos é a observação, mapeamento dos barrancos e bacias hidrográficas e, eventualmente, da topografia para compreender os gradientes e áreas de captura de água. Se os barrancos foram iniciados pelo fluxo de uma rua ou trilho, então o tratamento pode envolver mudanças de itinerário ou reclassificação para minimizar a captação de água e a sua concentração.<sup>153</sup>

Os barrancos devem ser preenchidos, se possível, com os solos que saíram do local. Usualmente o solo pode ser encontrado no extremo da encosta. Os solos devem ser compactados para prevenir um rápido restabelecimento dos barrancos.<sup>154</sup>

A nível da regeneração dos barrancos, a vegetação pode reduzir os bancos ou canais de erosão de fundo desde que o fluxo de água não seja muito potente. Para prevenir a formação de barrancos ao longo dos cursos de água, devem ser alinhados bancos com árvores e arbustos.<sup>155</sup>

De uma forma geral controlar barrancos envolve diversas etapas que devem ser seguidas:<sup>156</sup>

1. Até que a infiltração na área de captação seja melhorada, nenhuma tentativa deve ser feita para bloquear um barranco, caso contrário ele, simplesmente, irá encontrar outro local para se estabelecer. Um canal estável deve ser planeado para poder evacuar os picos de vazão que ocorrem a cada dez anos (ou até com menos frequência);
2. O tratamento mecânico e biológico de um barranco pode ser feito gradualmente, de um a seis anos, mas deve ter-se em conta toda a bacia desde o início. A fixação biológica de uma vala vai consolidar os lados e o fundo, uma vez que eles foram estabilizados por vários tipos de soleira, se esta ordem for invertida as plantas serão arrancadas com o solo devido a inundações;
3. As soleiras devem ser cuidadosamente posicionadas, de acordo com o objetivo. Se o objetivo é simplesmente o de elevar o fundo do barranco de modo a que os lados alcancem o equilíbrio natural, uma secção estreita deverá ser escolhida. Se o objetivo é salvar sedimentos, tanto quanto possível, ou reabilitar terras aráveis, a melhor escolha são lugares inclinados delicadamente ou secções com bancos com uma ligeira inclinação.
4. O espaçamento das soleiras depende da inclinação do terreno. O vertedouro a jusante tem de ser no mesmo nível que a base da soleira acima, de acordo com a inclinação no local de equilíbrio (1 a 10%, dependendo da natureza do fundo do barranco, numa zona estável com nenhuma remoção nem sedimentação). Inicialmente, o espaçamento pode ser dobrado, com soleiras intermédias construídas quando a primeira geração é preenchida com sedimentos. É

---

<sup>152</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 153

<sup>153</sup> *ibid*

<sup>154</sup> *ibid*

<sup>155</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>156</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 179

importante estabilizar os sedimentos retidos imediatamente com plantas baixas no centro do fluxo e árvores nos lados.

5. A pressão hidrostática deve ser compensada pela prestação de drenagem para as soleiras em forma de grades, defletores ou pedras soltas.
6. As soleiras devem ser ancoradas no fundo e aos lados do barranco através duma fundação em trincheira para evitar tubulações e evasão. Um filtro de areia e cascalho no ponto de contacto entre os solos argilosos e a soleira de pedra serão necessários para evitar que a elevação carregue as partículas finas e canalize a estrutura.
7. O vertedouro deve ser reforçado com grandes pedras achatadas, com ou sem cimento, de modo a que resista à força de rasgamento do cascalho, areia e pedras, que caem para baixo do fundo do barranco a uma velocidade considerável.
8. A energia da água que cai do vertedouro deve ser quebrada através de enrocamento com gabião, grade de metal e tufos de relva ou com uma represa controlada para evitar a tubulação ou o derrube da soleira.
9. Os animais devem ser mantidos longe da secção tratada, pois eles destruiriam rapidamente as soleiras e degradariam a cobertura vegetal.
10. O tratamento mecânico não está completo até que a fonte dos sedimentos é domada, e os lados e cabeças dos barrancos estabilizados. A vegetação deve, então, estabelecer-se naturalmente, se o perfil de equilíbrio foi alcançado, embora a natureza possa ser assistida cobrindo rapidamente o sedimento com relva e fixando-o com árvores produtivas, ecologicamente apropriadas. A gestão de sedimentos deve ser seguida para que o máximo do sistema fique tratado.

Consoante o tamanho e a tipologia dos barrancos existem várias técnicas para o seu controlo.<sup>157</sup>

- Fixação biológica de pequenos barrancos (ANEXO J)
- Controlo de grandes barrancos torrenciais (ANEXO L)

## **2. Processos de melhoramento do solo**

Quando as propriedades e estrutura do solo foram severamente afetadas por pisoteio de gado, operações de veículos, mineração, construção e outras atividades humanas devem ser determinadas várias ações para restaurar a sua estrutura. *Mulch*, alterações no solo, modelação da superfície e outros mecanismos de tratamento podem aumentar a atividade de fungos e da fauna.<sup>158</sup>

Reduzir a compactação do solo pode ser importante porque pode melhorar o movimento da água no solo e facilitar o rápido crescimento das raízes.<sup>159</sup>

---

<sup>157</sup> ROOSE, Eric - **Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 179

<sup>158</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, pp 156-157

<sup>159</sup> *op. cit.* p 157

Tratamentos agressivos da compactação do solo com rasgos profundos, descompactação, escarificação, podem melhorar a estrutura do solo e acelerar a recuperação do local.<sup>160</sup>

Fazer rasgos profundos facilita a infiltração, acelera o crescimento de raízes e pode melhorar o estabelecimento de plantas e a sua sobrevivência. Fazer rasgos que acompanham as curvas de nível pode reduzir os riscos de erosão e melhorar a captura de humidade. Talhar, arar e escarificar o solo atenua os efeitos dos detritos na compactação. Os benefícios podem durar por vários anos, nalguns tipos de solos ou apenas alguns meses noutros. Adicionar matéria orgânica antes ou enquanto se fazem os rasgos pode fornecer benefícios com uma maior duração. Esta ação reduz a densidade aparente do solo e leva a um aumento do comprimento e da profundidade das raízes e da sua capacidade de sobrevivência.<sup>161</sup>

Modeladores de superfície com covas, valas ou microbacias de captação podem trazer problemas para a estrutura do solo por concentrarem a água. Solos húmidos são tipicamente fracos e suaves e permitem às raízes e à fauna penetrarem mais facilmente.<sup>162</sup>

As covas capturam partículas sopradas, sementes e poeiras finas e protegem as plântulas do vento e das rajadas de areia. O aumento de humidade e fertilidade das covas deve-se à captura de finas poeiras, sementes e microssimbiontes que pode melhorar muito o estabelecimento de plantas. Também pode melhorar a sobrevivência de plantas transplantadas.<sup>163</sup>

Se as covas forem inundadas por grandes períodos de tempo a germinação de sementes e o estabelecimento de plantas no fundo pode ser enfraquecido. Assim, o local de germinação das sementes é determinado pela taxa de precipitação.<sup>164</sup>

Esta técnica deve ser considerada o método preferencial para tratar grandes áreas de terras degradadas. Em terras semi-áridas e áridas com crostas, à volta do mundo, este é frequentemente o melhor tratamento.<sup>165</sup>

A nível de textura e fertilidade dos solos verifica-se que a utilização de fertilizantes num processo de restauro nas regiões secas é um risco. Se ocorrer um ano húmido o fertilizante adicionado pode fornecer benefícios, como o crescimento de plantas, mais amplo e mais rápido, mas num ano seco este crescimento pode ser prejudicial causando stress de seca e morte quando a humidade do solo é esgotada.<sup>166</sup>

Adicionar matéria orgânica pode estimular a recuperação de solos degradados. Este material pode ser propagado na superfície, incorporado em covas ou em valas.<sup>167</sup>

---

<sup>160</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 157

<sup>161</sup> *ibid*

<sup>162</sup> *op. cit.* p 158

<sup>163</sup> *op. cit.* pp 226-227

<sup>164</sup> *op. cit.* p 227

<sup>165</sup> *op. cit.* p 230

<sup>166</sup> *op. cit.* p 158

<sup>167</sup> *ibid*

Materiais com altas proporções Carbono:Azoto parecem ser favoráveis nos solos das regiões secas fornecendo um alimento durável para os fungos e subsequente pastagem de microartrópodes. Uma série de materiais e posicionamentos pode ajudar a aumentar a biodiversidade.<sup>168</sup>

Uma das melhores formas de devolver plantas simbiotes e organismos de solo a áreas severamente degradadas é plantar ilhas de plantas inoculadas. A introdução destes simbiotes em leguminosas é, frequentemente, o primeiro estágio de um projeto de restauro.<sup>169</sup>

Também as crostas que vivem no solo são muito importantes em várias partes destas regiões. A sua presença e importância dependem do tipo de solo e do microambiente. Estas crostas de algas e líquenes reduzem a erosão e podem melhorar as condições para o estabelecimento de plantas através do aumento da infiltração, tornam o azoto mais disponível no solo em superfícies críticas deste e melhoram a sua estrutura.<sup>170</sup>

O *mulching* é uma prática que mantém a estrutura do solo, aumenta o tamanho dos agregados e conserva a humidade na camada superior do solo. Refresca as raízes das plantas, reduzindo a perda de quantidade de água das plantas através da evapotranspiração. Esta medida reduz também o crescimento de ervas daninhas e ajuda a controlar a erosão do solo.<sup>171</sup>

Os *mulches* orgânicos podem acatar alguns riscos durante as secas, pois limitam o movimento de humidade no solo e aumentam a evaporação em pequenas chuvas. Se forem esperadas pequenas taxas de chuva será melhor usar rochas ou saibro como *mulche*, podendo assim melhorar-se a captura de água e a sua retenção.<sup>172</sup>

Casca, palha ou lascas de madeira podem ser usadas em parte do local para fornecer humidade e controlo da erosão se chuvas pesadas ocorrerem. Mas tratar todo o local com uma superfície de *mulch* é arriscado, pois pode funcionar mal se a precipitação for demasiado suave.<sup>173</sup>

O *mulch* colocado sozinho ou covas com *mulch* podem funcionar bem em encostas ou em pequenas porções de solo degradado onde fluxos concentrados não são esperados.<sup>174</sup>

Os polímeros super absorventes que armazenam muitas vezes o seu próprio peso em água podem ser adicionados para melhorar a retenção de humidade nos solos.<sup>175</sup>

### 3. Manutenção adequada e conservação de recursos

O homem tem vindo a desenvolver ao longo dos séculos técnicas de captação de água sendo que, quanto mais escasso é este recurso mais inventivas são essas técnicas.<sup>176</sup>

---

<sup>168</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 159

<sup>169</sup> *ibid*

<sup>170</sup> *op. cit.* pp 159-160

<sup>171</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>172</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 148

<sup>173</sup> *op. cit.* pp 239-240

<sup>174</sup> *op. cit.* p 153

<sup>175</sup> *op. cit.* p 240

<sup>176</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011



Para desenvolver uma irrigação eficiente e sustentável devem ser seguidos vários princípios, um dos quais diz respeito a uma estratégica seleção de plantas a utilizar.<sup>177</sup>

Nas regiões secas deve ser considerado, por defeito, o uso de espécies nativas, ou espécies de outras regiões semi-áridas ou áridas, para a maioria das áreas a plantar. A utilização de espécies com origem exótica deve ser vista como uma exceção.<sup>178</sup>

Utilizando-se espécies nativas a biodiversidade local é promovida e tira-se proveito do crescimento adaptativo inato e das estratégias do ciclo de vida contra a escassez de água.<sup>179</sup>

Estas plantas devem possuir as seguintes características:<sup>180</sup>

- Evitar a seca- Devem usar-se plantas anuais, cuja comunidade sobrevive em vez das espécies individuais, e bolbos, com rápido crescimento e maturidade precoce da parte aérea da planta, que se desenvolve rapidamente, depois da estação húmida seguindo-se o aumento da temperatura e da secura, enquanto que a parte subterrânea, protegida pela camada de solo, vive da recolha de nutrientes.
- Tolerância à seca- Resistência à transpiração, área de superfície das folhas reduzida, folhas cinzentas e refletivas, pêlos refletivos, revestimento de folha resinoso, auto-sombreamento geométrico, disposição de folhas ou dormência durante períodos de stress hídrico extremo, e rasos e largos sistemas radiculares, para coletar a água da chuva ou a humidade imediatamente e de forma eficiente.
- Suculência- Forma redonda, com menor superfície para o volume, armazenamento de água interno, sob uma pele de cera à prova de água, fotossíntese com metabolismo ácido crassuláceo, o que permite às plantas separar os estágios de absorção da luz e biossíntese, à noite, e diminuir as perdas de água para um décimo.

Muitas espécies de plantas mediterrânicas podem ser consideradas sustentáveis por introduzirem uma variedade de plantações na paisagem árida, uma vez que possuem muitas das características referidas anteriormente; morrem no verão (plantas anuais), ocultam-se debaixo do chão, sistema de raízes duplo, transpiração reduzida, dormência no verão com perda de folhas, superfícies expostas reduzidas, proteção do calor através dos pêlos ou da folhagem cinzenta, captura de humidade do ar, conservação da água (plantas suculentas).<sup>181</sup>

A disposição da vegetação em climas secos deve visar um uso eficiente da água através do uso de uma plantação estratégica para as comunidades de plantas com necessidades em água semelhantes, o que pode ajudar a perceber onde e quando a irrigação é necessária. Assim, a disposição das plantas deve seguir a definição de uma sequência de zonas hídricas. As zonas

---

<sup>177</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>178</sup> *ibid*

<sup>179</sup> *ibid*

<sup>180</sup> *ibid*

<sup>181</sup> *ibid*

hídricas devem ter em conta o balanço hídrico, a capacidade de carga destinada à paisagem, a importância relativa da aparência das plantas e a distância média prevista para o utilizador.<sup>182</sup>

As plantações nas regiões áridas não devem depender da irrigação, contudo as plantações requerem uma entrada inicial de água durante o seu estabelecimento e, mais tarde, um fornecimento mínimo para evitar sérios níveis de stress causados pela água resultantes em danos irreversíveis.<sup>183</sup>

Os métodos de rega localizada, tais como irrigação por gotejamento, aplicam água em baixos níveis mantendo o solo à volta das raízes perto da capacidade de campo, poupando água, preservando a estrutura do solo e fazendo o controlo de pragas e de ervas daninhas, mais facilmente. Para além disso o uso de “água cinzenta” é possível e seguro, tanto como a adição de fertilizantes e de pesticidas.<sup>184</sup>

Contudo nos climas secos, podem ocorrer zonas de acumulação de sal perto da zona da raiz e, se a zona húmida não estiver estendida em todo o período de crescimento, o desenvolvimento da raiz pode ser inadequado e desapropriado quando comparado com o desenvolvimento das partes aéreas da planta. Assim acredita-se que uma eficiente irrigação com gotejamento deve implicar uma distribuição irregular de água e uma contínua recolocação desde o seu estabelecimento até ao início de estágios de maturidade de forma a seguir ou a promover o crescimento da raiz.<sup>185</sup>

A nível de armazenamento de água sabe-se que adicionar matéria orgânica ao solo facilita o armazenamento para uso direto das raízes da planta. Portanto um composto de plantação deve ser cuidadosamente adaptado e, pelo menos, proporcionar a retenção de água. Apesar disso, em climas secos e quentes a matéria orgânica e os polímeros decompõem-se rapidamente. Por outro lado a adição de minerais, como a argila, fornece uma permanente estruturação ao solo e aumenta a sua capacidade para manter a humidade. Nos Emirados Árabes Unidos, onde este processo já está testado e avaliado, está provado que este permite sustentar as plantas na paisagem com longos períodos de duração entre irrigações; todos os três dias no verão e todos os sete dias no inverno.<sup>186</sup>

Os projetos de restauro necessitam de melhorar a captura de água, retenção, infiltração e água adicional da irrigação ou aproveitamento de águas pluviais. Reduzir o stress de défice de água nas plantas é também importante.<sup>187</sup>

Nas paisagens urbanas, o escoamento de uma tempestade a partir de pavimentos de asfalto e vedados deve ser canalizado para valas plantadas e bacias de retenção. De forma a evitar o escoamento e permitir a sua infiltração nas áreas extensivas, algumas práticas agrícolas podem ser adaptadas nas plantações.<sup>188</sup>

---

<sup>182</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>183</sup> *ibid*

<sup>184</sup> *ibid*

<sup>185</sup> *ibid*

<sup>186</sup> *ibid*

<sup>187</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 225

<sup>188</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

Muitas técnicas podem ser utilizadas para melhorar a captura de água, armazenamento e a sua infiltração dependendo das condições do solo e do equipamento disponível. Pode-se descompactar ou escarificar a superfície para quebrar as crostas e aumentar a captura de água para criar microbacias ou pequenos sistemas de barragens para concentrar a água da chuva nas áreas de plantação. Alterações do solo, plantações e restauro dos microrganismos do solo podem aumentar a captura de água e a infiltração.<sup>189</sup>

Pode também recorrer-se à utilização de vários sulcos profundos que são interrompidos por uma forma crescente de buracos, onde a água da chuva é recolhida, esta é uma técnica que parece ser fácil de implementar, eficiente em termos de água para as colheitas e barata. A nível de duração espera-se que o sistema dure aproximadamente cinco anos.<sup>190</sup>

Com a criação de um talude artificial entre os sulcos é possível aplicar esta solução em locais planos que, assim, podem receber a transmissão de água.<sup>191</sup>

Com técnicas adequadas a infiltração instantânea pode ser substancialmente aumentada. Em locais com perfis de solo mais profundos, usualmente nos locais mais baixos, menos em secções íngremes de encostas e em fundos de vales planos, uma grande quantidade de humidade está retida. Esta humidade melhora o desenvolvimento das plantas *in situ* e o crescimento de plantas nas pastagens. Uma pequena fração de água vai penetrar no solo e introduz o substrato para recarregar a água subterrânea. Em locais com solos pouco profundos e grandes quantidades de cascalho de grandes dimensões, a melhoria da infiltração vai aumentar diretamente a percolação em profundidade e o recarregamento de águas subterrâneas. Nestes casos o efeito direto no desenvolvimento das plantas vai ser menos pronunciado. Para aumentar a infiltração instantânea, medidas de conservação da água que melhorem a rugosidade da superfície localizada e, que consequentemente, aumentam a oportunidade de infiltração são recomendadas.<sup>192</sup>

Através da classificação de diques de água da tempestade e canais de desvio é possível interceptar o escoamento em várias fases ao longo do declive de forma a facilitar a infiltração posterior. As estruturas devem ser desenvolvidas para fornecer a curto prazo o armazenamento do escoamento superficial de forma a aumentar a infiltração, tendo sempre em conta as características de cada local. As estruturas devem ser classificadas de forma intermitente, de modo a que qualquer excesso de escoamento que possa destruir as estruturas de segurança seja descarregado. As estruturas deverão ser feitas de pedra e solo disponível no local, tendo o mínimo de interferência na paisagem local e um custo mínimo.<sup>193</sup>

A nível do *wadi*, as barreiras de recarga de águas subterrâneas interceptam o fluxo do *wadi* para fornecer o recarregamento das águas subterrâneas. A estrutura a utilizar deve ser semi permeável, como gabiões construídos com materiais locais nos ramos do *wadi* de forma a reduzir o

---

<sup>189</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 226

<sup>190</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>191</sup> *ibid*

<sup>192</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>193</sup> *ibid*

risco de destruição pelos fluxos pesados em avalanche. Para o *wadi* principal é recomendado fazer uma barragem maior. A ordem das barragens deve ser designada depois de todas as outras medidas terem sido implementadas e quando a sua eficiência em acumular água seja devidamente avaliada.<sup>194</sup>

As modelações da superfície do solo aumentam a rugosidade da superfície podendo ajudar a melhorar a retenção e a captura de água. A opção mais económica parece ser a que é feita manualmente com um arado, disco ou lâmina. Técnicas mais especializadas e eficazes incluem fazer covas no solo, rasgos que acompanham as curvas de nível, microbacias, valas e terraços.<sup>195</sup>

Fazer covas no solo melhora a infiltração, reduz a evaporação e aumenta a superfície de armazenamento e o tempo disponível para que ocorra infiltração. O tamanho ótimo das covas depende do tipo de solo, variação da precipitação, espécies, método de sementeira e disponibilidade de equipamento. Como as covas feitas em solos arenosos podem encher-se mais facilmente será melhor fazê-las quando os solos estão secos.<sup>196</sup>

Fazer covas no solo é particularmente adequado para solos com crostas e degradados, mas é difícil de executar em solos rochosos e pode não funcionar bem em solos com níveis muito elevados de argila a não ser que sejam feitos primeiro rasgos neles.<sup>197</sup>

As impressões na terra criam micro covas que concentram água, melhoram a infiltração e fornecem locais seguros para o estabelecimento de sementes nas terras áridas. Esta técnica envolve maquinaria que pode ser pequena mas também pesados e grandes tratores consoante o local onde vai ser usada.<sup>198</sup>

Com a utilização desta técnica é melhorada a retenção de água, ventilação do solo e infiltração durante as tempestades e também são apanhadas sementes sopradas pelo vento, esporos e propágulos de microssimbiontes e poeiras finas ricas em nutrientes que frequentemente são sopradas em terras degradadas. No entanto, impressões com grande dimensão podem também compactar o solo.<sup>199</sup>

O desenho das impressões e as operações no campo devem ser adaptadas a cada tipo de solo, local, clima, características das sementes e objetivos de gestão. Uma boa impressão deve persistir por vários anos e ser profunda, com paredes suaves e estáveis o suficiente para servir a sua função de canalizar recursos para a germinação de sementes e proteção de plântulas.<sup>200</sup>

As impressões devem ser consideradas um método primário na reabilitação de terras secas, é mais eficaz se integrado com sementeira ou usado em áreas com bancos de sementes de solos existentes adequados. Esta ação pode reduzir o escoamento, a erosão eólica e hídrica, inundações e

---

<sup>194</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>195</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 226

<sup>196</sup> *op. cit.* p 227

<sup>197</sup> *op. cit.* p 229

<sup>198</sup> *op. cit.* p 230

<sup>199</sup> *ibid*

<sup>200</sup> *op. cit.* p 231

depósito de sedimentos em áreas não desejadas. O subsequente estabelecimento de vegetação pode fornecer um controle permanente.<sup>201</sup>

As microcaptações permitem alterar a forma do solo para concentrar a chuva disponível em locais de plantação e têm tido muito sucesso a melhorar o estabelecimento de vegetação e o seu crescimento nas regiões secas.<sup>202</sup>

As microcaptações podem também reduzir as concentrações de sal no local da planta já que a água das chuvas as dilui.<sup>203</sup>

As microcaptações podem ser em forma de microbacias, faixas de escoamento ou bacias de captação. As faixas de escoamento são as mais adequadas para a agricultura porque envolvem extensas operações de modelação da terra e criam padrões regulares com uma aparência natural.<sup>204</sup>

As microbacias e as bacias de captação podem ser construídas através de trabalho manual e são mais adequadas para projetos de restauro. As bacias de captação envolvem menos manipulação do terreno circundante e é, provavelmente, a melhor técnica de microcaptação para um restauro.<sup>205</sup>

O planeamento do local para a construção de uma microcaptação deve considerar a produção de escoamento potencial, a condição da superfície do solo (cobertura, vegetação, crosta e pedregosidade), o gradiente e uniformidade do declive e a capacidade de retenção de água do solo na zona das raízes. Todos estes fatores contribuem para o coeficiente limiar que é um fator chave na determinação do tamanho indicado para a captação. Outros fatores que afetam a capacidade de infiltração de uma determinada área incluem a humidade que o solo possui, macroporos do solo como resultado da deterioração das raízes ou da escavação de animais e da compactação do solo.<sup>206</sup>

As microcaptações têm sido usadas com sucesso durante milhares de anos, elas são pouco dispendiosas, necessitam de pouca manutenção e têm um excelente potencial para o restauro em regiões áridas e semi-áridas. No entanto, elas não funcionam se a precipitação for inexistente.<sup>207</sup>

A técnica das microcaptações é muito importante quando se trata de enriquecimento de um aquífero, da eliminação do escoamento superficial e, conseqüentemente, do controle da erosão.<sup>208</sup>

Com a utilização de valas são criadas saliências baixas para concentrar e reter água. Elas podem ser menos visíveis e ter um aspeto mais natural. Construir valas com aspeto natural com máquinas é mais desafiante que manualmente, mas mais eficiente. As valas têm provado ser muito eficazes em paisagens desenvolvidas, particularmente quando combinadas com gravilha ou superfícies de infiltração para mover a água rapidamente em profundidade no solo.<sup>209</sup>

---

<sup>201</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 233

<sup>202</sup> *ibid*

<sup>203</sup> *ibid*

<sup>204</sup> *op. cit.* p 234

<sup>205</sup> *op. cit.* pp 234-235

<sup>206</sup> *op. cit.* p 235

<sup>207</sup> *op. cit.* p 236

<sup>208</sup> NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>209</sup> BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682, p 237

Alguns exemplos utilizados para reverter e/ou controlar o processo da desertificação podem ser consultados nos ANEXOS M e N.

### III | 2.2. Atenuar os efeitos das AC

A União Europeia assume uma posição de vanguarda e de ação em relação às alterações climáticas, sendo de destacar dois conceitos, mitigação e adaptação.<sup>210</sup>

De acordo com o IPCC a mitigação é uma intervenção antropogénica que visa reduzir as fontes e aumentar os sumidouros dos GEE. O restauro da terra contribuirá para o sequestro de carbono, reduzindo-se assim o maior causador de alterações climáticas. Este assunto esteve sob discussão nas negociações do Protocolo de Quioto com duas posições, florestação/reflorestação e revegetação.<sup>211</sup>

A adaptação é também definida pelo IPCC como o ajustamento nos sistemas naturais ou humanos em resposta aos estímulos climáticos esperados ou aos seus efeitos e aos indutores de degradação e seus respetivos impactos, que modera danos ou explora oportunidades benéficas. O restauro adaptativo das terras deve ajustar os ecossistemas e as paisagens para as alterações climáticas esperadas, incluindo o seu papel como fornecedores de bens e serviços.<sup>212</sup>

São referidas medidas que possam facilitar os processos de adaptação às AC, tais como:<sup>213</sup>

- Abordagem integrada na gestão da água.
- Adoção conjugada de medidas do lado da "procura" e do lado da "oferta" que incluem medidas estruturais designadas por "cinzentas" (obras de engenharia) e "verdes" (reforço dos ecossistemas) e de intervenção não estrutural que levam a mudanças de comportamento.
- Utilização de instrumentos legais existentes como a Diretiva-Quadro da Água.
- Consideração das alterações climáticas nos pressupostos base para a elaboração de projetos de longo prazo que dependam do clima.

Enfrentar a degradação do solo em ecossistemas de terras secas apresenta dois modos complementares de atenuar as alterações climáticas. Primeiro, diminuindo ou interrompendo a degradação, as emissões associadas podem ser igualmente reduzidas. Em segundo lugar, e sem dúvida, de maior importância, as mudanças nas práticas de gestão da terra podem conduzir a uma maior capacidade para sequestrar o carbono, isto é, a remoção do carbono da atmosfera.<sup>214</sup>

---

<sup>210</sup> MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], p 26

<sup>211</sup> ARONSON, James; BAUTISTA, Susana; VALLEJO, Ramón- **Land Restoration to Combat Desertification, Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation**. Valencia, Spain: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo – CEAM, 2009. ISBN: 978-84-921259-5-1, pp 19-20

<sup>212</sup> *ibid*

<sup>213</sup> MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], pp 27-28

<sup>214</sup> DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008**, p 6 [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

Atualmente existe uma grande variedade de estratégias para aumentar a capacidade do solo para armazenar carbono. Para tal, pode-se melhorar a qualidade do solo, controlar a erosão, reflorestamento e regeneração da floresta, plantio direto, fazer culturas de cobertura, aplicação de adubos, gestão de lodo e de nutrientes, utilizar densidades de gado ideais, conservar as águas e colheitas, uso de irrigação eficiente, mudança do tipo de culturas e uso de leguminosas.<sup>215</sup>

Há um crescente interesse em avaliar o potencial de sequestro de carbono e vários estudos indicam que as práticas mais eficazes para o seu armazenamento no solo são as que introduzem no solo matéria orgânica, como esterco (até 0,09 toneladas de C por hectare por ano), árvores (até 0,15 toneladas de C por hectare por ano) e adotar o plantio direto (até 0,04 toneladas C por hectare por ano).<sup>216</sup>

Foram analisados os dados sobre os armazenamentos de carbono e biomassa em diferentes usos do solo em savanas tropicais e nalgumas florestas secas na África Ocidental e no Nordeste do Brasil. Estas análises indicam que as melhorias no sequestro de carbono nessas regiões semi-áridas dependem de um aumento na produção das culturas sob rotações adequadas, culturas de pousio e criação adequada de animais e uma limitação na queima de biomassa.<sup>217</sup>

O aumento do sequestro de carbono no solo aumenta a fertilidade do solo, trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, e reduz o risco de erosão e pode, assim, reduzir a vulnerabilidade dos solos manejados para o aquecimento global futuro.<sup>218</sup>

Vários estudos têm tentado avaliar o potencial de sequestro de carbono em terras áridas. Considerando todos os ecossistemas das terras áridas, estima-se que as terras tenham o potencial de reter até 0,4-0,6 Gt de carbono por ano, se os solos erodidos e degradados forem restaurados e se a maior parte da degradação for interrompida. Podem também ser usadas várias técnicas de gestão de ecossistemas ativos, como recuperar os solos salinos que pode elevar o sequestro de carbono para 0,5-1,3 Gt por ano.<sup>219</sup>

A sementeira direta tem um bom potencial de sequestro de carbono, enquanto que as culturas anuais com mobilização de solo não deverão acumular matéria orgânica.<sup>220</sup>

As pastagens quando integram um Sistema de Pastagens Permanentes Semeadas Biodiversas Ricas em Leguminosas têm um potencial unitário de sequestro de carbono de 5t CO<sub>2</sub> ha.ano.<sup>221</sup>

---

<sup>215</sup> DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008**, p 6 [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

<sup>216</sup> *ibid*

<sup>217</sup> *ibid*

<sup>218</sup> *op. cit.* p 7

<sup>219</sup> *ibid*

<sup>220</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 234

<sup>221</sup> *ibid*

## IV | O processo da desertificação em Portugal

### IV | 1. Caraterização do território Português

A nível Europeu Portugal é um dos países mais afetados pela desertificação. Tal deve-se, maioritariamente, ao facto das condições climáticas que aí se fazem sentir onde existem 3 a 5 meses secos por ano. A este problema junta-se um regime de precipitação torrencial onde os rios e ribeiros que podem estar secos durante o Verão têm uma forte intensidade durante o inverno, arrastando grande parte dos sedimentos e levando a que o risco de perda de solos aumente.<sup>222</sup>

O sul e o interior do país são as regiões mais ameaçadas pela desertificação, estas regiões têm índices de aridez mais baixos e solos com um risco de erosão maior.<sup>223</sup>

Portugal apresenta um clima com caraterísticas mediterrânicas levando a que existam zonas semi-áridas e sub-húmidas secas no território.<sup>224</sup>

A análise estatística das séries climático-temporais da temperatura média anual do ar em Portugal Continental, para o período 1931-2000 revela a existência de um período de aquecimento nos anos 40, um período de arrefecimento até à década de 70 e uma tendência de aquecimento desde esta década, especialmente evidenciado por uma tendência de aumento na temperatura de superfície média anual.<sup>225</sup>

A temperatura média do ar tem aumentado em todas as regiões de Portugal desde 1970, com uma taxa de aproximadamente 0,45°C por década. A análise das séries climático-temporais de temperatura média anual do ar referidas anteriormente revelam que 1997 foi o ano mais quente dos últimos 75 anos e 7 dos 10 anos mais quentes ocorreram depois de 1990 (1997, 1995, 2006, 1996, 1990, 1998 e 2003).<sup>226</sup>

As duas últimas décadas do século XX foram particularmente secas em Portugal Continental, em oposição com os valores médios registados entre 1961 e 1990. De facto, apenas em 6 dos últimos 20 anos do século passado a taxa de precipitação anual foi mais elevada que a média. Em 2001 e 2002 a taxa de precipitação anual foi mais elevada que a média observada para o período de referência. Os anos mais secos dos últimos 75 anos foram 2005, seguindo-se-lhe 2004 como o segundo ano mais seco registado.<sup>227</sup>

Estima-se que venha a haver um aumento da temperatura máxima no Verão entre 3 a 7° C na costa e nas regiões do interior respetivamente acompanhadas por um forte incremento na frequência e intensidade de ondas de calor.<sup>228</sup>

---

<sup>222</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

<sup>223</sup> MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN “O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação”** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

<sup>224</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal’s 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 17 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/portnc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>225</sup> *ibid*

<sup>226</sup> **Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2010**. Portuguese Environmental Agency. Amadora, 2012, p 1

<sup>227</sup> *op. cit.* p 2

<sup>228</sup> *ibid*



As alterações nos padrões de precipitação em Portugal, com uma redução significativa da quantidade de precipitação na Primavera, ao longo dos últimos 30 anos, com uma maior concentração desta no Inverno terá repercussões nos recursos hídricos e vai afetar a disponibilidade de água para o consumo humano, produção de energia, diluição de efluentes e agricultura.<sup>229</sup>

A taxa de precipitação média anual em Portugal Continental é de aproximadamente 900 mm com uma variação espacial considerável, os valores mais elevados rondam os 3000 mm e os mais baixos rondam os 500 mm. Existe um grande contraste na taxa de precipitação entre as regiões do norte e as situadas a sul do rio Tejo.<sup>230</sup>

Os fatores que têm maior influência no clima de Portugal Continental são a latitude, o relevo, a influência do Oceano Atlântico e a distância até ao mar.<sup>231</sup>

A variabilidade lenta da atmosfera que afeta o clima de Portugal está relacionada com a oscilação do Atlântico Norte (NAO). O índice NAO está diretamente relacionado com a intensidade do vento de Oeste, no Atlântico Norte e verificou-se que nas duas últimas décadas esta oscilação está fortemente relacionada com a precipitação e a temperatura médias, em determinadas regiões europeias.<sup>232</sup>

A agricultura ocupa cerca de 43% do território, um dos valores mais elevados da UE em termos *per capita*, embora esta proporção tenha vindo a diminuir desde que Portugal aderiu à Comunidade Europeia em 1986.<sup>233</sup>

Nas últimas duas décadas, a ocupação dos solos nas áreas agrícolas tem sofrido alterações, as culturas anuais estão a ser substituídas por pastagens permanentes e, ainda que menos significativamente, tem havido uma diminuição das culturas permanentes.<sup>234</sup>

O aumento das terras para prados e pastagens permanentes representa mais de 16% entre os anos de 1970 e 1997, representando 10% do território do continente em 1998. Estes registos surgem, em parte, como consequência da implementação da Política Agrícola Comum.<sup>235</sup>

Entre 1999 e 2009 continuou a existir uma tendência para o aumento de prados e de pastagens permanentes tendo-se verificado uma aumento de cerca de 13%.<sup>236</sup>

---

<sup>229</sup> **Portugal's Second Report to be submitted to the Conference of Parties to the Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Lisboa: Ministry of the Environment, Institute of Meteorology, 1997. p 59 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc2.pdf> >. ISBN 972-9083-10-X

<sup>230</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 16 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>231</sup> *op. cit.* p 14

<sup>232</sup> MIRANDA, Pedro; VALENTE, M. Antónia, [et al.]- O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. In SANTOS, F.D; MIRANDA, P- **Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de adaptação, Projecto SIAM II**. 1ª Edição. Lisboa: Gradiva, 2006. ISBN 989-616-081-3. pp 45-115

<sup>233</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 34 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>234</sup> **National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009, p 38 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)

<sup>235</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 34 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>236</sup> **Recenseamento Agrícola 2009- Análise dos Principais Resultados**. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, 2011. ISSN 870-8916, p 48

Existem algumas práticas agrícolas que têm introduzido impactos negativos em Portugal. Os GEE, a degradação do solo, a perda de biodiversidade e a contaminação dos recursos hídricos são exemplos. A nível destes recursos verificam-se situações de escassez regionais e temporais levando a que a água seja encarada como sendo um fator limitante na produção agrícola e os sistemas de regadio como um fator de regularização dessa disponibilidade.<sup>237</sup>

Portugal tem aproximadamente 3,3 milhões de hectares de floresta correspondentes a mais de 37% da cobertura do solo. O coberto florestal tem aumentado desde o início do século XX como resultado dos esforços levados a cabo por entidades públicas e privadas.<sup>238</sup>

Os solos com elevada qualidade encontram-se em número reduzido no território português. Portugal é o país do sul da Europa com piores recursos de solo, estimando-se que 3,5 milhões de ha de solos, 40% da área do país, tenha uma capacidade razoável para a prática da agricultura.<sup>239</sup>

Em Portugal há 151 barragens de grandes dimensões das quais mais de metade tem aproveitamento para rega.<sup>240</sup>

A nível de área irrigada verificou-se que esta tem vindo a diminuir desde 1989. É de realçar que entre 1999 e 2009 a área irrigada diminuiu 23%.<sup>241</sup>

A nível de emissões de GEE que poderão ter influência nas alterações climáticas constata-se que em 2010 o total de emissões em Portugal de GEE sem o uso da terra, com alterações do uso da terra e florestais (LULUCF) teve um aumento de 17,5% quando comparado com os níveis de 1990.<sup>242</sup>

O uso da terra e as alterações nos usos da terra, principalmente a desflorestação, é um fator que contribui para o fenómeno do aquecimento global e das alterações climáticas, já que provoca alterações na quantidade de carbono armazenado, no sequestro de carbono e, consequentemente, nos fluxos que entram e saem da atmosfera.<sup>243</sup>

#### IV | 2. A desertificação no território Português: Causas, impactos e incidência

Em Portugal a desertificação manifesta-se com um peso muito relevante, cerca de 60% do território está suscetível à desertificação e à seca, devido às condições climáticas e geológicas, ao tipo de cobertura vegetal existente e, também, devido às más práticas de ordenamento do

---

<sup>237</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. pp 213-214

<sup>238</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 35 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/portnc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>239</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 223

<sup>240</sup> *op. cit.* p 226

<sup>241</sup> **Recenseamento Agrícola 2009- Análise dos Principais Resultados**. Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, 2011. ISSN 870-8916, p 3

<sup>242</sup> **Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2010**. Portuguese Environmental Agency. Amadora, 2012, p ii

<sup>243</sup> *op. cit.* p 1

território.<sup>244</sup>

A nível de alterações climáticas foram detetados diversos impactos a nível do território nacional, pois espera-se que venha a haver um substancial aumento da temperatura média do ar ao longo de todo o país, especialmente durante o Verão e nas regiões do interior.<sup>245</sup>

O gradiente termal terra-mar deverá também sofrer um aumento significativo.<sup>246</sup>

Praticamente todos os modelos enunciam a existência de reduções na precipitação média e na duração da época das chuvas.<sup>247</sup>

Espera-se que haja uma redução progressiva do fluxo anual dos rios ao longo do século XXI com maior relevo na parte sul do país. Tal facto virá agravar a assimetria de disponibilidade de água entre norte e sul.<sup>248</sup>

Na agricultura espera-se que elevadas concentrações de CO<sub>2</sub> venham estimular diretamente a produtividade e aumentar a eficiência do uso do solo, no entanto uma diminuição da taxa de precipitação na Primavera e no Verão vai aumentar as necessidades em água levando a que haja stress hídrico nas culturas das zonas áridas.<sup>249</sup>

Espera-se também que haja uma diminuição da produtividade florestal ao longo de praticamente todo o país e que haja um aumento da degradação das florestas, assim como do risco de incêndio, devido principalmente a um aumento de secas e de vagas de calor mais persistentes e de maior duração.<sup>250</sup>

O fenómeno da desertificação é visível, particularmente nas regiões do interior Este e nas regiões do Sul que foram afetadas pela erosão do solo causada por práticas inadequadas na agricultura e ocorrência de intensa precipitação durante curtos períodos de tempo.<sup>251</sup>

De acordo com a Convenção de Combate à Desertificação das Nações Unidas, zonas em que a relação entre a precipitação anual (P) e a evapotranspiração potencial de Penman (ETP) está situada entre 0,05 e 0,65 e existe uma redução ou perda da produtividade biológica ou económica, pode ser classificada como sofrendo de processos de desertificação.<sup>252</sup>

---

<sup>244</sup> **A desertificação em Portugal** [Em linha]. Lisboa: Lpn, 2012 . [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.lpn.pt/Homepage/O-que-fazemos/Projetos/ProjetosRealizados/List.aspx?tabid=2460&code=pt&ItemID=177#DesertPortugal>

<sup>245</sup> Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. p 57 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

<sup>246</sup> *ibid*

<sup>247</sup> *ibid*

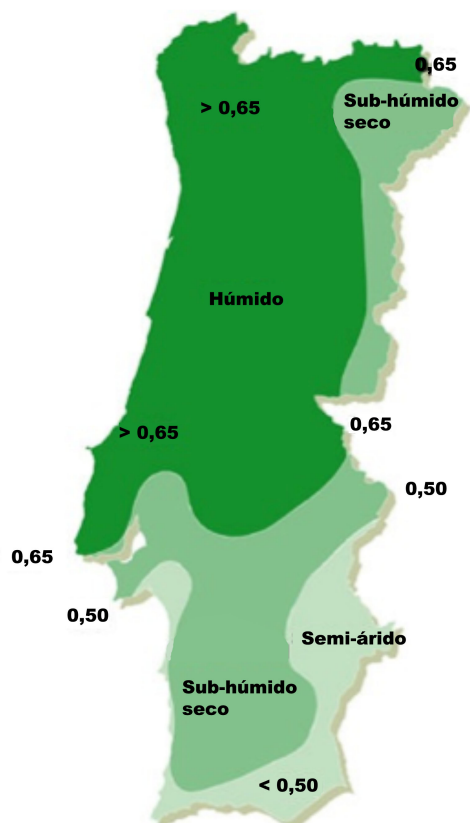
<sup>248</sup> *ibid*

<sup>249</sup> *ibid*

<sup>250</sup> *ibid*

<sup>251</sup> **Portugal's Second Report to be submitted to the Conference of Parties to the Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Lisboa: Ministry of the Environment, Institute of Meteorology, 1997. p 59 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc2.pdf> >. ISBN 972-9083-10-X

<sup>252</sup> *ibid*



A figura 5 mostra a relação entre a precipitação anual e a evapotranspiração (P/ETP) para o período de 1961-1990 e revela que este fenómeno merece particularmente atenção nas regiões do Alentejo, do Algarve e na região Este de Trás-os-Montes e Beiras.<sup>253</sup>

Portugal é atualmente o país do Sul da Europa com os recursos de solo mais pobres, 58% dos quais é pobre em matéria orgânica e 69% do território possui um risco de erosão elevado. Esta situação não está apenas associada às características do solo e do seu declive, mas reflete também o regime de precipitação presente, havendo uma perda rápida de matéria orgânica através da mineralização e devido à existência de temperaturas altas durante a estação seca.<sup>254</sup>

Figura 5: Relação entre a precipitação anual e a evapotranspiração (P/ETP) para o período de 1961-1990, Fonte:

Adaptado de **Portugal's Second Report to be submitted to the Conference of Parties to the Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Lisboa: Ministry of the Environment, Institute of Meteorology, 1997. p 59 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc2.pdf> >. ISBN 972-9083-10-X

No sul de Portugal a combinação do crescimento da população com uma política de auto-suficiência em cereais, levou ao aumento dos processos de desertificação desde o início do século XX.<sup>255</sup>

Os incêndios, para além da perda de floresta, reduzem a capacidade de armazenamento de água no solo e deixam os solos expostos à erosão, havendo acumulação de sedimentos dos quais pode resultar um bloqueio das linhas de água e das barragens.<sup>256</sup>

O risco de erosão associado a anos de seca com a recorrente destruição do coberto vegetal, principalmente pelos incêndios, tornou cerca de 11% do território português suscetível à desertificação e cerca de 60% moderadamente suscetível a este fenómeno.<sup>257</sup>

Entre 1 milhão e 800 mil ha de coberto vegetal encontram-se em zonas de grande suscetibilidade à desertificação onde a azinheira e o sobreiro são as espécies de árvores maioritárias.

<sup>253</sup> **Portugal's Second Report to be submitted to the Conference of Parties to the Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Lisboa: Ministry of the Environment, Institute of Meteorology, 1997. p 59 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc2.pdf> >. ISBN 972-9083-10-X

<sup>254</sup> **National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009, p 48 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)

<sup>255</sup> COSTA, Ana Cristina Marinho- **Stochastic space-time models for the characterization of precipitation extreme values: A contribution to the study of the desertification phenomenon**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. Tese de Doutoramento, p 63

<sup>256</sup> **National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009, p 48 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)

<sup>257</sup> *ibid*

No entanto, grande parte destas mesmas encontra-se ocupada por espécies arbustivas como a esteva, a giesta, a aroeira ou o medronheiro que são importantes na proteção dos solos contra a erosão e podem associar-se ao sobreiro e à azinheira.<sup>258</sup>

A Agência Europeia do Ambiente (EEA) tem vindo a desenvolver cartas de risco de erosão atual e potencial para a região mediterrânea. Um risco de erosão moderada a elevada atinge Portugal, mas em quase todas as regiões de Portugal os riscos de erosão potencial são elevados. A destruição da floresta constituída por azinheira ou sobreiro e a introdução da acácia, do pinheiro bravo e do eucalipto podem ter contribuído para o desenvolvimento da desertificação.<sup>259</sup>

De acordo com alguns estudos realizados no território português verificou-se que nos últimos 50 anos a área suscetível à desertificação tem vindo a aumentar de forma significativa.<sup>260</sup>

Síntese das áreas suscetíveis à desertificação em Portugal Continental (%)			
	1960/1990	1970/2000	1980/2010
Áreas não suscetíveis (húmidas e sub-húmidas)	64	46	42
Suscetíveis (sub-húmidas secas)	8	30	27
Muito suscetíveis (semiáridas)	28	24	31

Quadro 5: Síntese das áreas suscetíveis à desertificação em Portugal Continental (%), Fonte: Instituto Nacional de Estatística-45. **Área do solo suscetível e afetado pela desertificação** [Em linha]. Lisboa:INE, 2012. [Consult. Em 12 Nov. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=124267307&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=124267307&att_display=n&att_download=y)

Da análise destes dados verifica-se que número de áreas não suscetíveis à desertificação tem vindo a diminuir, enquanto que o número de áreas suscetíveis e muito suscetíveis à desertificação tem vindo a aumentar ao longo dos períodos estudados.

Tendo em conta os dados da série temporal 1980/2010 conclui-se que cerca de 58% do território continental é suscetível à desertificação, sendo que para o período de 2000/2010 esse valor é de 63%. O Alentejo, particularmente a bacia do Guadiana, o litoral e o Nordeste algarvio, Trás-os-Montes e a zona da raia na Beira Baixa são as regiões onde a situação merece especial atenção.<sup>261</sup>

Foi também analisada a evolução do índice de aridez que tem efeito direto no aumento das áreas suscetíveis ou muito suscetíveis à desertificação e verificou-se, que neste mesmo período de tempo as áreas semi-áridas e sub-húmidas secas têm vindo a aumentar muito significativamente.

	1970/2000		1980/2010		2000/2010	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Semi-árido	2 105 820,80	23,64	2 722 932,46	30,56	3 970 308,00	44,57
Sub-húmido seco	2 623 519,25	29,45	2 361 923,68	26,51	1 605 375,00	18,02
Sub-húmido húmido	806 167,89	9,05	856 529,64	9,61	762 089,00	8,55
Húmido	3 318 712,35	37,25	2 912 834,52	32,70	2 571 090,00	28,86

Quadro 6: Evolução da extensão e percentagem das regiões climáticas em Portugal Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente-Índice de Aridez [Em linha]. Amadora: apa, 2012. [Consult. Em 28 Dez. 2012]. Disponível em WWW : <http://sniamb.apambiente.pt/portalids/Indicadores/FichaIndicador.aspx?IndID=50>

<sup>258</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

<sup>259</sup> **A desertificação em Portugal** [Em linha]. Lisboa: Lpn, 2012. [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.lpn.pt/Homepage/O-que-fazemos/Projetos/ProjetosRealizados/List.aspx?tabid=2460&code=pt&ItemID=177#DesertPortugal>

<sup>260</sup> **Relatório de Estado do Ambiente 2012** [Em linha]. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente I.P., 2012. [Consult. Em 10 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://sniamb.apambiente.pt/docs/REA/rea2012.pdf> >. ISBN 978-972-8577-61-2

<sup>261</sup> *ibid*

#### IV | 3. Avaliação e identificação de processos de desertificação

Nas regiões semi-áridas e sub-húmidas, como por exemplo o Sul de Portugal, pesquisas sobre o grau de secura e padrões de ocorrência no espaço/tempo de períodos de chuvas intensas são importantes para avaliar os processos de desertificação e identificar as áreas potencialmente em risco de degradação das suas terras. Os impactos das alterações climáticas e a variabilidade dos sistemas naturais e as atividades humanas são geralmente sentidas à escala regional ou local. Contudo, faltam estudos sobre o papel das alterações climáticas a nível regional sobre os fatores de erosão e aridez para esta região, especialmente à escala local.<sup>262</sup>

O Sistema de Vigilância e Alerta de Recursos Hídricos (SVARH) é um indicador para a avaliação das alterações climáticas em Portugal, que forma uma base de avaliação para a gestão de situações de seca, mas está mais focado para a avaliação de cheias e não permite a avaliação agregada de secas, através de uma classificação única global, estando a ser promovido o estabelecimento de base para um Sistema de Previsão de Gestão de Secas.<sup>263</sup>

Para haver uma gestão e prevenção eficaz do processo das secas é essencial que haja o desenvolvimento de indicadores/índices de avaliação.<sup>264</sup>

Com estes instrumentos torna-se assim possível detetar e monitorizar as condições de seca, determinar o tempo de atuação e dos níveis de resposta necessários e fazer uma caracterização e comparação das diferentes situações de seca. Os indicadores/índices são vistos como essenciais para a elaboração de planos de gestão.<sup>265</sup>

Com o objetivo de implementar um Sistema de Previsão e Gestão de Secas elaborou-se um esquema de base para avaliar as situações presentes em Portugal.<sup>266</sup>

Este sistema deve ter por base a avaliação contínua dos indicadores e refletir a afetação sequencial das diferentes fases do ciclo hidrológico, perante uma seca.<sup>267</sup>

Para além de ser feita uma monitorização contínua, são associados modelos numéricos de simulação com o objetivo de fazer uma representação das duas fases finais de avaliação, hidrológica e sócio-económica, tal vai permitir efetuar simulações de condições futuras através de cenários de evolução de condições meteorológicas e de utilizações. Assim pode tornar-se possível abordar o problema da escassez evidenciando-se a importância das utilizações na maior ou menor vulnerabilidade a situações de seca, a curto prazo ou de sustentabilidade futura a longo prazo.<sup>268</sup>

A seguinte figura representa o esquema geral de funcionamento de todo o sistema referido anteriormente.

---

<sup>262</sup> COSTA, Ana Cristina Marinho- **Stochastic space-time models for the characterization of precipitation extreme values: A contribution to the study of the desertification phenomenon**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. Tese de Doutoramento, p 27

<sup>263</sup> MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], p 30

<sup>264</sup> *ibid*

<sup>265</sup> *ibid*

<sup>266</sup> *op. cit.* p 31

<sup>267</sup> *ibid*

<sup>268</sup> *ibid*

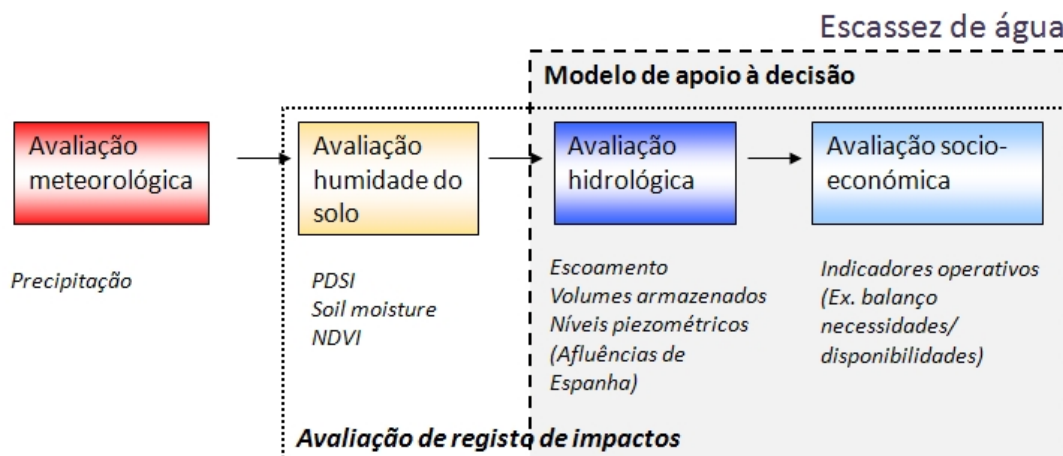


Figura 6: Esquema geral do funcionamento do Sistema de Previsão e Gestão de Secas, Fonte: MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], p 31

Em Portugal são também utilizados indicadores para identificar processos de desertificação, a sua descrição é feita no ANEXO O.

#### IV | 4. Combate à desertificação em Portugal

Tendo em conta todos os impactos adversos que a desertificação tem nos territórios, considera-se importante mitigar os efeitos climáticos, devendo as atividades humanas ser adaptadas ao território de forma sustentável. Dado que desertificação é um problema à escala territorial, é importante que haja a integração deste nos Planos Regionais de Ordenamento do Território, para tal a DGOTDU fez uma proposta à Comissão Nacional de Coordenação do Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (CNC-PANCD) que visava a elaboração de um documento de orientação para a elaboração dos Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) nos quais a desertificação deve ser inserida nas estratégias de desenvolvimento regional elaboradas pelas Comissões de Coordenação de Desenvolvimento Regionais (CCDR) e as suas equipas técnicas.<sup>269</sup>

Os PROT devem ter em conta as diretivas do PANCD e estar de acordo com as características de cada região, devem ser integrados indicadores de desertificação aceites universalmente, no âmbito do Sistema de Informação Territorial (SNIT). Também se espera que os indicadores qualitativos e quantitativos possam identificar as áreas de intervenção afetadas pela desertificação e quais os impactos causados nas populações, no território e nos recursos naturais.<sup>270</sup>

Uma descrição pormenorizada do PANCD é feita no ANEXO P.

Estão também previstas algumas medidas agroambientais nos programas AGRO que têm tido efeitos positivos ao nível da conservação do solo, como a sementeira direta, a agricultura biológica, práticas de não lavoura, proteções anti-gelo, a utilização de composto certificado e o terraceamento.<sup>271</sup>

<sup>269</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 44

<sup>270</sup> *op. cit.* pp 44-45

<sup>271</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 233

Os Planos Regionais de Ordenamento Florestal do Alentejo visam a instalação de um total de 241 000 ha de pastagens permanentes, para a manutenção de sistemas agrosilvopastoris mediterrânicos, prevenção de incêndios, aumento da fertilidade do solo, proteção e conservação do solo perante processos de erosão, com consequências positivas para o montado de sobro e de azinho.<sup>272</sup>

A mobilização de conservação, essencialmente sementeira direta, com a manutenção de biomassa residual à superfície, origina uma diminuição do impacto físico das gotas da chuva sobre o solo. Este efeito, em conjunto com a formação de uma rede de poros contínuos, principalmente por minhocas e pelos canais deixados pelas raízes de culturas anteriores, origina solos com maior taxa de infiltração e menor escoamento superficial. Em vários estudos realizados no Alentejo e em diferentes culturas e locais, constatou-se que houve uma diminuição do escoamento superficial entre 7 e 72 % na sementeira direta em relação à mobilização convencional e da quantidade de solo erodido entre 29 e 93 %, respetivamente.<sup>273</sup>

Em todos estes efeitos, a matéria orgânica é quem desencadeia a multi-funcionalidade do solo, a nível agronómico e ambiental. Para além de contribuir para a fertilidade do solo, por fornecimento de nutrientes, melhoria da estrutura e maior retenção de água, a matéria orgânica melhora a capacidade de filtragem do solo. Quanto maior a concentração em matéria orgânica, maior será a capacidade de um solo para sequestrar carbono.<sup>274</sup>

Podem ser criados sistemas de retenção de águas de escoamento superficial, injeção de lamas de ETAR, sementeira direta e a utilização de pastagens e forragens com ou sem montado.<sup>275</sup>

Estes sistemas estão a ser utilizados nalgumas regiões de Portugal e tornaram possível diminuir as emissões através da poupança de mobilizações inúteis, aumentaram a concentração de matéria orgânica no solo, aumentando assim a sua capacidade para incorporar carbono. Como consequência destes efeitos ocorre um aumento da fertilidade do solo e a erosão diminui.<sup>276</sup>

Existem alguns projetos a nível nacional no âmbito do combate à desertificação. Exemplo disso é o projeto “Modelação da Estrutura e Diversidade Funcional do Ecossistema como indicadores de alerta-precoce de Desertificação e Degradação do solo do nível regional para o local” e o programa de “Investigação sócio-ecológica de longo prazo numa paisagem cultural Mediterrânica (LTER Montado)”.<sup>277</sup>

No ANEXO Q descreve-se o exemplo do uso do montado para combater a desertificação nas regiões Mediterrânicas.

---

<sup>272</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 233

<sup>273</sup> *ibid*

<sup>274</sup> *op. cit.* pp 233-234

<sup>275</sup> *op. cit.* p 233

<sup>276</sup> *ibid*

<sup>277</sup> **A desertificação em Portugal** [Em linha]. Lisboa: Lpn, 2012 . [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.lpn.pt/Homepage/O-que-fazemos/Projetos/ProjetosRealizados/List.aspx?tabid=2460&code=pt&ItemID=177#DesertPortugal>



## V | Caso de estudo: Barragem do Alqueva

### V | 1. Caracterização da Região do Alqueva

Iniciada em 1995 a barragem do Alqueva criou o maior lago artificial no sul da Europa e induziu ao uso de dinâmicas na terra, devido ao desenvolvimento turístico, intensificação de agricultura de regadio e produção de biomassa, assim como alterações climáticas.<sup>278</sup>

As alterações nas dinâmicas de usos das terras podem ter implicações nas propriedades dos solos, causando erosão e aumento potencial da deposição de sedimentos no fundo da barragem, aumentando o risco de assoreamento precoce da mesma.<sup>279</sup>

A conversão da terra de ecossistemas de montado tradicionais para usos com agricultura intensiva altera o solo física, química e biologicamente a nível das suas propriedades, o grau de alteração depende da duração e do tipo de solos presentes.<sup>280</sup>

Atualmente o impacto visual do lago é significativo, exacerbado pelo contraste da presença de uma grande massa de água num ambiente árido distinto. A paisagem é caracterizada por uma série de ilhas e penínsulas no imenso lago, rodeado por sistemas agro florestais, azinheiras, matas e algumas oliveiras, vinhas e sistemas agrícolas. Topograficamente existem diferenças de altitude dentro da área entre 100 e 200 metros.<sup>281</sup>

A nível climático a barragem está inserida numa vasta região de clima continental, com Verões muito quentes e uma amplitude térmica anual elevada e com precipitação anual moderada. No que diz respeito à vegetação, o coberto vegetal de origem foi degradado e quase na sua totalidade substituído por variedades de vegetação antropogeneizadas, devido às atividades agrícolas, ao pastoreio, às desmatamentos ou à ocorrência de fogos periodicamente.<sup>282</sup>

A paisagem do Alqueva está a sofrer alterações no uso de terras promovidas pelo Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva (PROZEA), o Plano para as barragens de Alqueva e Pedrógão (POAAP), o Plano Regional da Região Alentejo (PROTA) e os Projetos de Interesse Nacional (PIN) que se refletem no recente estabelecimento de campos intensivos de oliveiras e de vinhas irrigadas, a construção de pequenas marinas e campos de golfe e a reabilitação de quintas degradadas em *resorts* turísticos.<sup>283</sup>

---

<sup>278</sup> ARVELA, André; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Analysis of landscape change following the constriction of the Alqueva dam, Southern Portugal- Approach and methods. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISNN 2227-4359, (2012), p 43

<sup>279</sup> *ibid*

<sup>280</sup> ANDRADE, Rita; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Assessment os spatial variability of soil properties in áreas under land use change due to Alqueva dam construction. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISNN 2227-4359, (2012), p 26

<sup>281</sup> ARVELA, André; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Analysis of landscape change following the constriction of the Alqueva dam, Southern Portugal- Approach and methods. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISNN 2227-4359, (2012), p 45

<sup>282</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, pp 41-42

<sup>283</sup> ARVELA, André; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Analysis of landscape change following the constriction of the Alqueva dam, Southern Portugal- Approach and methods. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISNN 2227-4359, (2012), p 45

Para uma informação mais detalhada podem ainda ser consultados os ANEXOS R, S e T que descrevem respetivamente, o projeto do Alqueva, as críticas e impactos do projeto e o sistema global de rega do Alqueva.

## **V | 2. Análise das principais alterações e impactos introduzidos no meio pelo Alqueva**

Com o intuito de compreender a eventual influência da construção da barragem do Alqueva nos padrões de suscetibilidade à desertificação da região será feita, nesta secção, uma análise das principais alterações e impactos que ocorreram ou que podem vir a ocorrer no meio como consequência da construção desta barragem para tal, será elaborada a seguinte metodologia de trabalho:

1. É feita uma análise dos principais impactos que podem advir da construção de uma barragem num determinado território.
2. Analisam-se os principais impactos e consequências para a solo da prática continuada de regadio que a introdução da barragem veio permitir realizar.
3. É feita uma análise das alterações e impactos no clima da região.
4. Analisa-se a evolução da taxa de desemprego na região.

No final, será feita uma comparação entre os dados obtidos e as previsões das alterações e impactos, que poderiam ocorrer no meio, feitos pelos estudos de impacto ambiental realizados anteriormente à construção da barragem do Alqueva, com o intuito de compreender até que ponto estes estudos tiveram a capacidade de compreender e estudar os impactos que esta obra iria causar no meio.

A Metodologia aplicada nos pontos 3 e 4 está enunciada no ANEXO U.

### **V | 2.1. Impactos resultantes da construção de barragens**

Os principais impactos associados a barragens e albufeiras são os seguintes:<sup>284</sup>

- Libertação de dióxido de carbono e de metano para a atmosfera- Estes gases resultam de mecanismos de decomposição bacteriológica da matéria orgânica e a emissão destes gases depende da natureza dos compostos orgânicos decompostos, podendo mesmo atingir a magnitude das emissões de gases provocados pela combustão de substâncias fósseis, sendo apenas produzido CO<sub>2</sub>, neste último caso.

- Barreira física no transporte sedimentar- Tem diversos impactos negativos nas bacias de drenagem e funciona como barreira de transporte de materiais até às zonas costeiras. A dimensão destes impactos está dependente da área abrangida e é significativamente superior nos lagos artificiais de grande dimensão.

A grande maioria dos materiais de origem continental que deveriam seguir de forma natural o curso dos rios até ao mar, fica retido nas albufeiras.

---

<sup>284</sup> ARAÚJO, António; SILVA, Ana, [et al.]- **DAMS: Impacts and Hazards** [Em linha]. Évora: Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, 2002, p 15 [Consult. Em 10 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cge.uevora.pt/dams/proceedings-dams.pdf>

São afetados diversos processos e componentes de origem hidrológica, geológica e ecológica por exemplo, alteração da temperatura e salinidade da água, distribuição e disponibilidade dos nutrientes para o biota, com consequências na qualidade das águas dos estuários e costeiras e produção biológica; declínio dos peixes anádromos com efeitos negativos nas cadeias alimentares dos estuários e costeiras, aumento da erosão a jusante da barragem e alterações do nível hidrostático dos lençóis freáticos a montante e a jusante.

A construção das barragens é apontada como a causa principal da redução do transporte sedimentar e estima-se que esta redução seja de 80% em Portugal. Assim irá haver um excesso de sedimentos depositados o que irá provocar vários efeitos negativos na barragem e respetiva albufeira; com diminuição do período de vida útil do empreendimento, danos provocados na estrutura ou órgãos da barragem e deterioração da qualidade da água devido à acumulação de nutrientes e metais pesados nos sedimentos.

- Irá haver deterioração da qualidade das águas nas albufeiras- A qualidade da água das barragens vai-se deteriorando durante o semestre da Primavera/Verão, quando se acentua a estratificação da massa de água. O problema agrava-se no final do Verão quando existe precipitação intensa e concentrada que leva a um aumento das cargas poluentes e dos níveis de sedimentos na albufeira.<sup>285</sup>

- Eutrofização marinha relacionada com impactos ambientais das albufeiras- Podem contribuir para processos de eutrofização estuarina e marinha. As águas descarregadas a jusante das barragens possuem elevados teores de azoto e fósforo e uma temperatura mais elevada à que teriam em condições naturais, se estas águas entrarem no mar podem contribuir para alterações nas propriedades e funcionamento dos ecossistemas estuarinos e marinhos, causando um grande desequilíbrio do ciclo natural de acumulação e decomposição de matéria orgânica.<sup>286</sup>

- Alterações no meio envolvente- Pode ocorrer desertificação nas regiões a montante, erosão e assoreamento do leito dos rios, assoreamento de albufeiras, perda de locais com interesse geológico, histórico e paisagista, alteração na distribuição de pressões na crosta terrestre, alteração dos níveis freáticos e do regime de águas subterrâneas, modificação de condições ecológicas da fauna e da flora terrestres nas zonas que estão na vizinhança dos rios e também de espécies aquáticas, alterações climáticas e alterações na vida das populações que vivem na região onde se constrói a albufeira.<sup>287</sup>

Também da construção de uma barragem e do aproveitamento da sua água para rega se formam alterações climáticas na área alagada e nas áreas irrigadas.<sup>288</sup>

O grau dos impactos está dependente da extensão da superfície alagada, da distância à albufeira e ao perímetro de rega e da circulação sinótica.<sup>289</sup>

---

<sup>285</sup> **Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva.** [sl], 2004, Tomo 2, p 9

<sup>286</sup> ARAÚJO, António; SILVA, Ana, [et al.]- **DAMS: Impacts and Hazards** [Em linha]. Évora: Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, 2002, p 35 [Consult. Em 10 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cge.uevora.pt/dams/proceedings-dams.pdf>

<sup>287</sup> *ibid*

<sup>288</sup> *ibid*

<sup>289</sup> *ibid*

## V | 2.2. Impacto da prática continuada do regadio na salinização do solo

A rega é um processo técnico utilizado na agricultura com o principal objetivo de fazer um fornecimento controlado de água às plantas, numa quantidade suficiente e altura certa, garantindo a produtividade e a sobrevivência da população. Vem complementar a precipitação natural e, às vezes, enriquece o solo com a decomposição de componentes fertilizantes.<sup>290</sup>

A salinização afeta atualmente a produtividade de aproximadamente um quarto das zonas agrícolas de regadio do mundo, perfazendo um total de 70 milhões de hectares. Da área referida anteriormente grande parte vai ficar improdutiva, se não se tomarem medidas corretivas a curto prazo. É estimado pela FAO que se percam anualmente aproximadamente entre 1 e 5 milhões de ha causado pelo aumento da salinidade nos solos.<sup>291</sup>

Os sais que se acumulam no solo e podem causar salinização são geralmente provenientes da meteorização de rochas, mas também podem ser provenientes da aplicação de sais pelo homem sob a forma de adubos ou com a aplicação de água de rega de má qualidade. No que diz respeito à salinização causada pelas águas de rega, esta classifica-se como salinização secundária, a que hoje em dia mais preocupações acarreta devido à sua crescente expansão e é também aquela em que a atividade agrícola tem uma responsabilidade direta.<sup>292</sup>

A salinização secundária nos solos, provocada pelo regadio mal conduzido tecnicamente ou com água de qualidade inadequada, é já um problema muito antigo.<sup>293</sup>

O efeito que o regadio poderá ter sobre a salinidade depende da qualidade de água de rega utilizada, do tipo de solo, da geologia, do clima, da posição topográfica e das técnicas utilizadas nas culturas.<sup>294</sup>

Os solos de textura pesada são, normalmente, os que apresentam maiores problemas de salinidade, principalmente devido ao facto de possuírem, na maioria das vezes, menor condutividade hidráulica e menor taxa de infiltração, levando a uma acumulação de sais à superfície.<sup>295</sup>

Existem outras características do solo de grande importância para a maior ou menor salinização causada pelo regadio por exemplo, a salinidade inicial do solo. Só existirá salinização se a CE (condutividade elétrica) da água de rega for superior à CE do solo.<sup>296</sup>

Um outro elemento diretamente relacionado com o regadio é o aumento da quantidade de fertilizantes utilizada.<sup>297</sup>

A explicação para o facto dos solos, que recebem água de regadio terem maiores teores de sais que os solos mantidos em sequeiro, pode dever-se ao facto da água usada em quantidades

---

<sup>290</sup> LOUSADA, Sérgio António Neves- **Impactes das Áreas de Rega e da Barragem do Alqueva nas Temperaturas Regionais: Evidências no Sul da Península Ibérica**. Guimarães: Universidade do Minho-Escola de Engenharia, 2010. Tese de Doutoramento, p 7

<sup>291</sup> NUNES, J.M; COELHO, J.P, [et al.]- **Impacte da Prática Continuada do Regadio na Salinização do solo** [Em linha]. [s.d.] p 2 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cotr.pt/informacao/web2/Papers/37.pdf>

<sup>292</sup> *ibid*

<sup>293</sup> *ibid*

<sup>294</sup> *op. cit.* p 3

<sup>295</sup> *ibid*

<sup>296</sup> *ibid*

<sup>297</sup> *ibid*

muito grandes no regadio, inserir no solo quantidades consideráveis de sais que vão entrar na sua composição. Uma outra explicação baseia-se no facto de se utilizarem nos sistemas agrícolas de regadio fatores de produção muito mais intensivos que nos de sequeiro, especialmente a utilização de fertilizantes que conduz a uma importante salinização secundária nos solos de regadio.<sup>298</sup>

Os sais de cloro e de sódio são os que influenciam mais a CE deste, pois é maioritariamente com o teor deste que a CE tem uma correlação positiva e mais significativa.<sup>299</sup>

A utilização de regadio tem uma grande influência no teor de sódio de um solo. O aumento do teor de sódio de troca acima de determinados limites leva à destruição dos agregados do solo.<sup>300</sup>

O aumento do teor de sódio nos solos em regadio tende a agravar-se consideravelmente ao longo do tempo.<sup>301</sup>

Em relação ao teores de cloro no solo, estes sofrem a influência do sistema agrícola utilizado, sequeiro ou regadio, de maneira muito significativa.<sup>302</sup>

Constata-se que:<sup>303</sup>

- O impacto da prática continuada do regadio na salinização do solo varia consoante o grupo de solos regado.
- O regadio é responsável por um aumento da salinidade nos solos, excetuando-se o grupo dos regossolos.
- O processo de salinização causado pela rega é agravado consideravelmente à medida que aumenta a antiguidade desta prática agrícola.
- Para qualquer dos grupos de solos o regadio leva a um considerável aumento da quantidade de sódio "extraível" no solo, que é mais notória ao longo do tempo com regadio.
- Os teores de cloro "extraível", com exceção dos regossolos, têm a tendência a aumentar consideravelmente nos agro sistemas de sequeiro, tal situação tende a agravar-se com o prolongamento do período em regadio.

Para controlar a salinidade dos solos em regadio deve ser feita uma escolha criteriosa dos fertilizantes a aplicar e reduzir as dotações de rega, principalmente nos sistemas de regadio com maior deficiência. Recomenda-se uma frequente monitorização, já que a salinidade tende a piorar ao longo do tempo, levando à tomada de medidas, se necessário, que levem à manutenção da capacidade produtiva dos solos.<sup>304</sup>

---

<sup>298</sup> NUNES, J.M; COELHO, J.P, [et al.]- **Impacte da Prática Continuada do Regadio na Salinização do solo** [Em linha]. [s.d.] p 5 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cotr.pt/informacao/web2/Papers/37.pdf>

<sup>299</sup> *op. cit.* p 6

<sup>300</sup> *ibid*

<sup>301</sup> *op. cit.* p 7

<sup>302</sup> *ibid*

<sup>303</sup> *op. cit.* pp 8-9

<sup>304</sup> *op. cit.* p 9

## V | 2.3. Alterações e impactos no clima

### a- Beja

#### a.1- Análise da temperatura

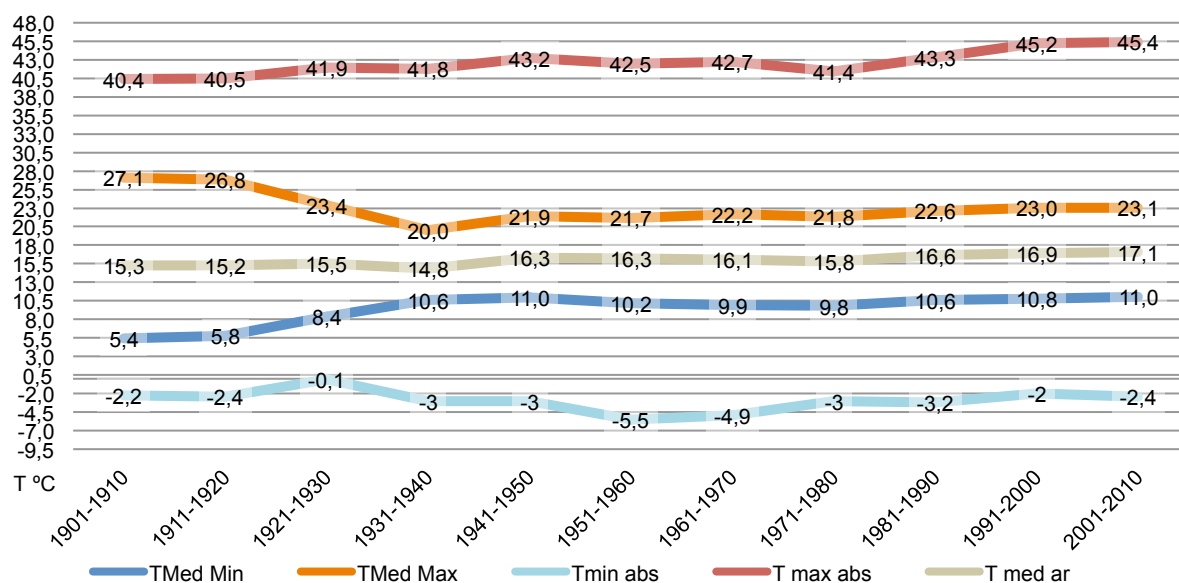


Figura 7 : Evolução da temperatura entre 1901-2010 em Beja

A partir da análise da figura anterior é possível verificar vários comportamentos e evoluções das variáveis aí representadas.

De uma forma geral verifica-se que para o período analisado, 1901-2010, a TMed Max e a TMed Min evoluem de forma inversa, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui. Estas variáveis são as que apresentam variações mais bruscas a nível de temperatura para o período estudado tendo uma diminuição ou um aumento, respetivamente, muito acentuados durante 30 anos, entre 1911 e 1941, sendo que depois esta variação ocorre de forma menos pronunciada e mais homoganeamente. A nível global verifica-se que a TMed Max teve uma redução de 0,31 °C por década do período estudado, já a TMed Min teve um aumento de 0,47°C por década, ou seja, a primeira tem vindo a diminuir e a segunda a aumentar o que leva a que as amplitudes térmicas sejam menores e haja maior conforto bioclimático.

Analisando-se a evolução da T med ar entre 1901 e 2010 constata-se que esta teve um aumento de 0,19 °C por década sendo que na última década apresenta o seu valor mais elevado, 17,1 °C, e nas duas primeiras décadas os valores mais baixos, 15,3 e 15,2 °C.

A T max abs tem vindo a aumentar de uma forma geral para o período estudado tendo um aumento de 0,42 °C por década. É de realçar que a última década apresenta os valores mais elevados do período estudado, mas os aumentos mais acentuados ocorreram entre 1981 e 2001. A primeira década é a que apresenta valores mais baixos e a redução de temperatura mais acentuada ocorreu entre 1971 e 1981.

A T min abs teve uma redução de 0,096 °C por década, a última década apresenta o quarto valor mais elevado registado e 1951-1960 o valor mais baixo sendo que a redução mais abrupta de temperatura ocorreu entre 1931 e 1961, onde a temperatura diminui e apresenta um decréscimo de vários graus.

Estas duas últimas variáveis indicam-nos os extremos existentes na temperatura sendo que estamos perante temperaturas máximas muito elevadas nos períodos quentes em contraste com o registo de temperaturas baixas negativas nos períodos frios.

No entanto todas as variáveis têm diversas variações de década para década, tanto com aumentos como com reduções de temperatura.

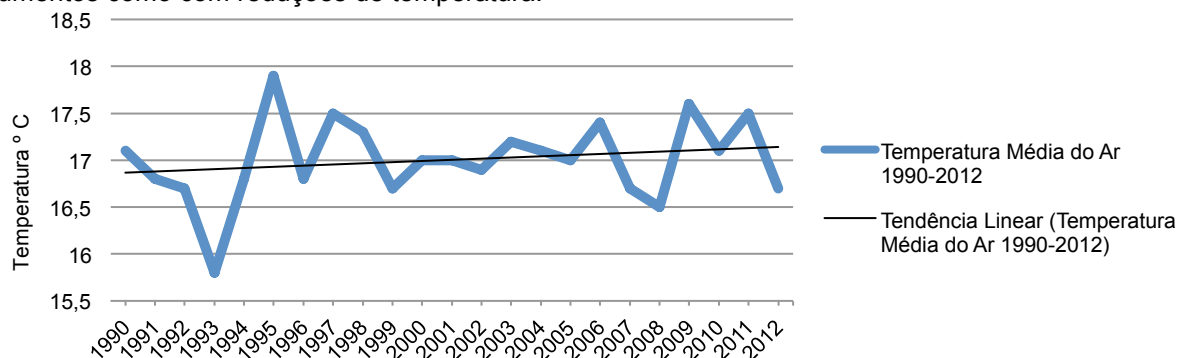


Figura 8: Evolução da TMed ar entre 1990-2012 em Beja

Analisando-se de uma forma mais pormenorizada a evolução da temperatura, verifica-se que durante o período estudado houve uma tendência linear para o aumento desta variável (0,013 °C/ano). Desde 2002, ano em que foram fechadas as comportas da barragem de Alqueva, que se verifica a existência de uma menor variação da TMed do ar entre anos, o valor mais baixo de temperatura para o período de análise foi registado em 1993, 15,8 °C, seguindo-se-lhe o ano de 2008, 16,5°C, 1992, 1999, 2007 e 2012 surgem em terceiro lugar, 16,7 °C. O ano mais quente foi 1995, 17,9 °C, seguindo-se 2009, 17,6 °C, e 1997 e 2011, 17,5 °C.

A TMed ar para 1990-2012 foi de 17 °C.

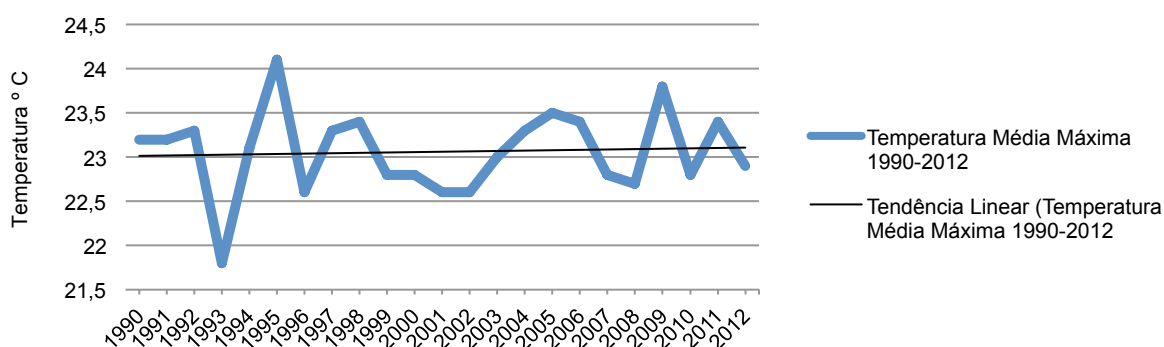


Figura 9: Evolução da TMed Max entre 1990-2012 em Beja

Analisando-se a evolução desta variável consta-se que esta apresenta diversos aumentos e reduções ao longo do período estudado, de uma forma global esta apresenta uma ligeira tendência de aumento (0,004 °C/ano). Em 2002, foi registado um dos valores mais baixos, 22,6 °C, só ultrapassado pelo registo de 1993, 21,8 °C. Já depois das comportas da barragem terem sido fechadas foi registado o segundo valor mais elevado em 2009, 23,8 °C, só ultrapassado pelo registo de 1995, 24,1 °C, e 2005 possui o terceiro registo mais elevado, 23,5 °C.

A TMed Max para 1990-2012 foi de 23,1 °C.

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 2002, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não mantém um padrão uniforme a nível do seu comportamento.

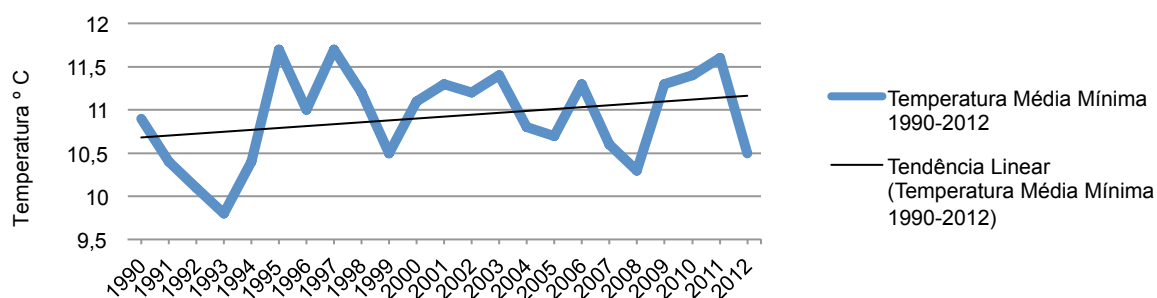


Figura 10: Evolução da TMed Min entre 1990-2012 em Beja

Da análise desta variável verifica-se uma tendência linear para o seu aumento durante o período estudado ( $0,022\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ), o que se pode traduzir em maior conforto bioclimático nos períodos frios.

A partir de 2002 existe uma menor variação desta variável e 2011 apresenta um dos registos mais elevados,  $11,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , só ultrapassado por 1995 e 1998,  $11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O registo mais baixo situa-se em 1993,  $9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se 1992,  $10,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 2008,  $10,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A TMed Min para 1990-2012 foi de  $10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 2002, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não mantém um padrão uniforme a nível do seu comportamento.

Tanto a TMed Max como a TMed Min têm a tendência de aumentar ou diminuir respetivamente quando a outra variável aumenta ou diminui o que leva a que não haja uma redução muito significativa de amplitudes térmicas para o período estudado. Apesar disso existe uma tendência linear de diminuição desta amplitude ao longo deste período, o que se pode traduzir num maior conforto bioclimático. A partir de 2002 esta variável sofre menos alterações de ano para ano.

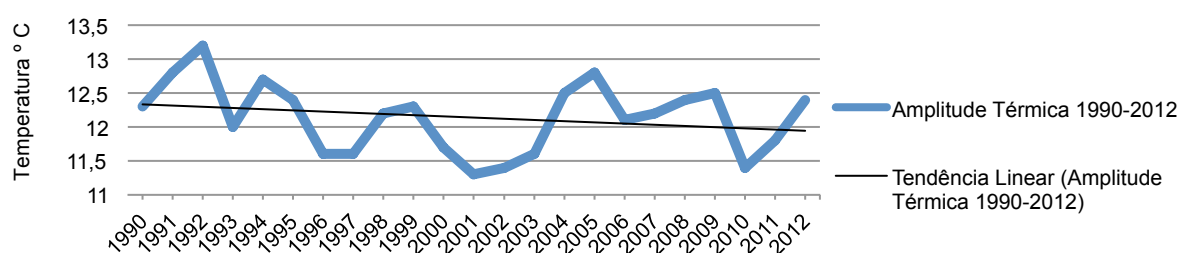


Figura 11: Evolução da Amplitude Térmica entre 1990-2012 em Beja

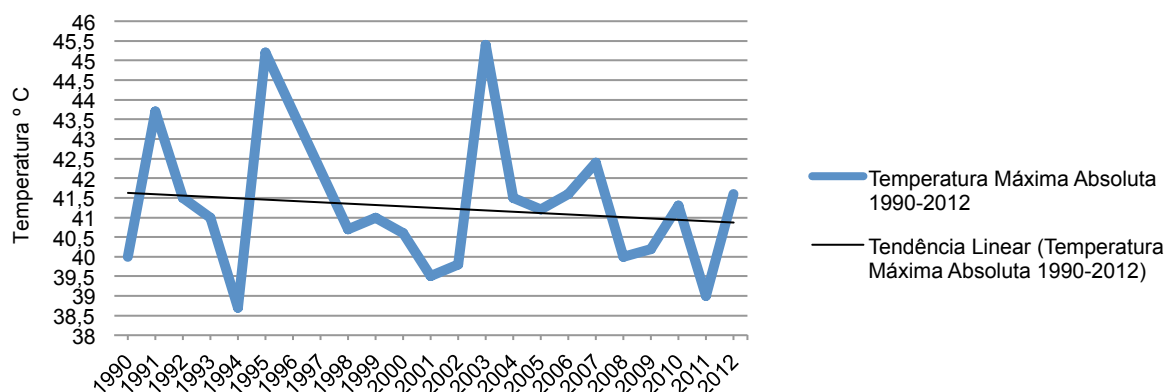


Figura 12: Evolução da T max abs entre 1990-2012 em Beja



Da análise da evolução da T max abs conclui-se que esta apresenta uma tendência linear para diminuir no período estudado ( $-0,034\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ). O ano de 2002 apresenta um dos valores mais baixos,  $39,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , abaixo deste ficam 2001,  $39,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 2011,  $39\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 1994 que apresenta o registo mais baixo,  $38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Por oposição ao ano 2002, 2003 apresenta o valor mais elevado,  $45,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se 1995,  $45,2^{\circ}\text{C}$  e 1991,  $43,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Depois de se registar o valor mais elevado de T max abs em 2003 a variável estudada desce consideravelmente em 2004 e a partir daí torna-se mais constante ao nível do padrão da sua variação, não havendo variações tão bruscas como anteriormente.

Valores de T max abs mais baixos e com menores variações entre si levam a que não haja temperaturas tão extremas nos períodos quentes, aumentando o conforto bioclimático.

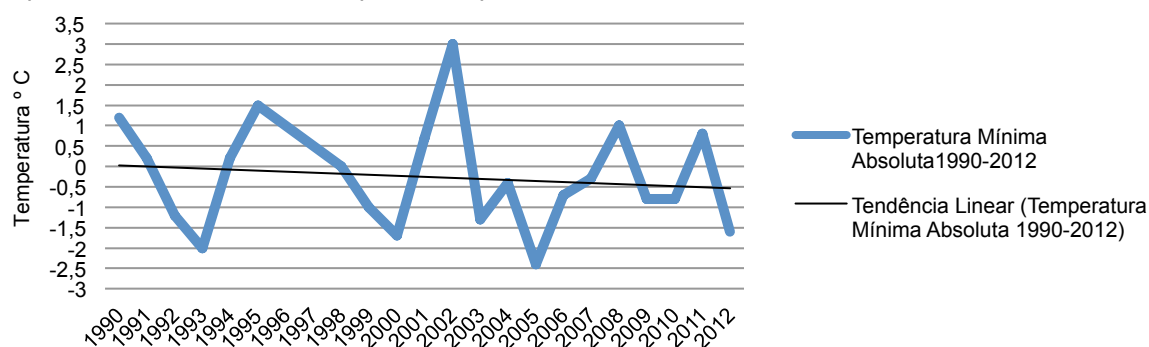


Figura 13: Evolução da T min abs entre 1990-2012 em Beja

Da análise desta variável constata-se que existe uma tendência linear para que os seus valores diminuam ao longo do período estudado ( $-0,025\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ).

Verifica-se que existe uma variação mais abrupta nos valores de T min abs até 2003 sendo que, no ano anterior é atingido o seu valor máximo para o período estudado,  $3^{\circ}\text{C}$ , 1995,  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e 1990,  $1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , são respetivamente o segundo e o terceiro anos com registos mais elevados. A partir de 2003 as temperaturas têm variações menos abruptas com valores mais homogêneos no entanto, é depois deste ano que é registada a temperatura com menor valor, 2005,  $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , surge como o ano com registos mais baixos, seguido de 2000,  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e 2012,  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### a.2- Análise da humidade relativa

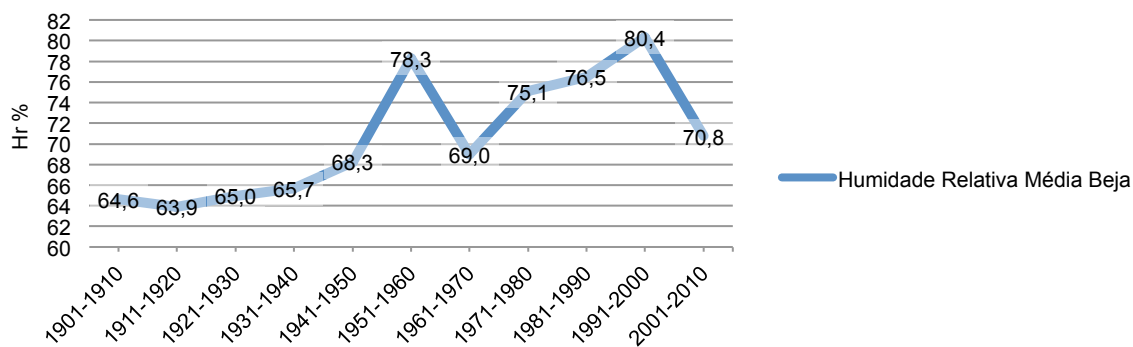


Figura 14: Evolução da Hr média entre 1901-2010 em Beja

Da análise a nível global feita por décadas verifica-se que houve um aumento de  $1,37\%$  desta variável por década para o período estudado.

Inicialmente os valores de Hr média variam pouco durante as cinco primeiras décadas sendo que a partir desse período começam a atingir valores mais elevados e a sofrer maiores oscilações. 1911-1920 apresenta o menor registo de Hr média, 63,9 % e 1991-2000 apresenta o registo mais elevado, 80,4 %. A última década, 2001-2010, apresenta um valor mais baixo relativamente à anterior, mas ainda assim consideravelmente acima dos valores obtidos nas décadas iniciais.

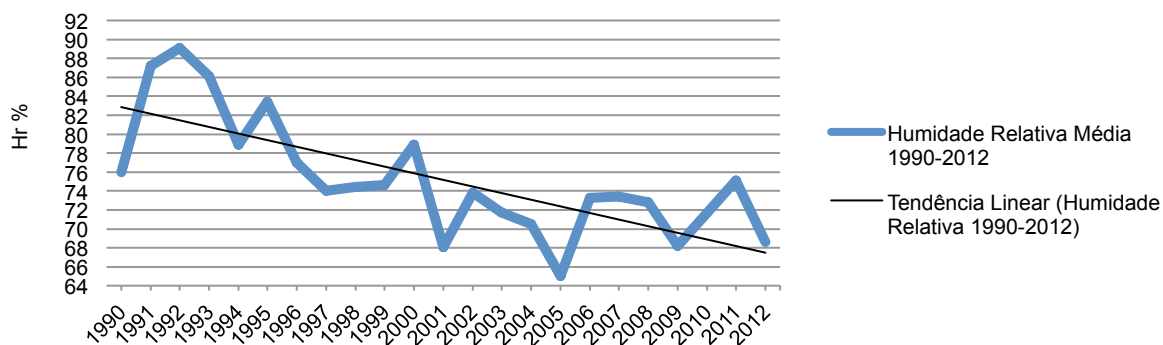


Figura 15: Evolução da Hr média entre 1990-2012 em Beja

Da análise desta variável constata-se que esta tem uma tendência linear para diminuir durante o período estudado (-0,70%/ano).

Os valores mais elevados surgem no início do período estudado sendo 1992, 89,1%, 1991, 87,2% e 1993, 86,1%, os três anos com maiores registos de Hr média. Por oposição, 2005, 65%, 2001, 68,1% e 2009, 68,2%, surgem como os anos com menores valores de Hr média. A partir de 2002 deixa de haver variações tão bruscas nos valores desta variável que se mantêm por maiores períodos de tempo com registos mais semelhantes entre si.

A Hr média para 1990-2012 foi de 75,5%.

### a.3- Análise da precipitação

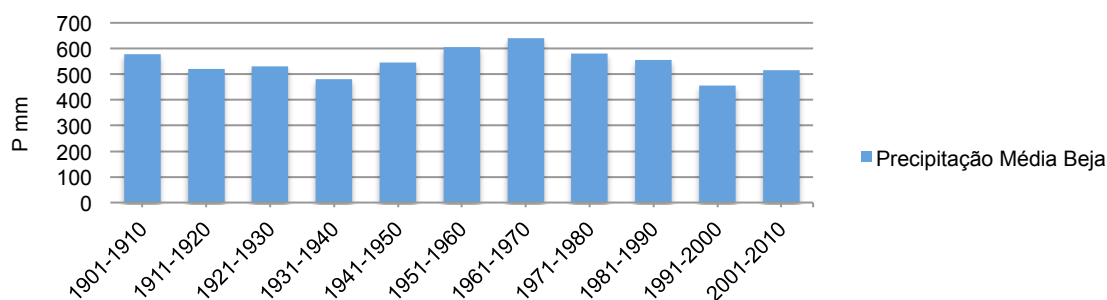


Figura 16: Evolução da P média entre 1901-2010 em Beja

Através desta figura obtêm-se os dados referentes aos valores de precipitação médios de cada ano de cada década representada.

Da análise a nível global da evolução dos padrões de P médios verifica-se que há um decréscimo de 1,77 mm por ano de cada década no período analisado.

O valor mais alto diz respeito ao período 1961-1970 onde, em média, cada ano teve 640,5 mm de P, por oposição o valor mais baixo está situado entre 1991-2000 onde, em média, cada ano teve 457 mm de P. É de notar que desde o ano em que o valor mais alto é atingido, até que o valor mais baixo de P é também atingido ocorre uma diminuição consecutiva nas décadas situadas entre

eles. Após se atingir este valor mínimo na década seguinte, 2001-2010, os registos dos valores de P voltam a sofrer um aumento ainda que, quando comparado com os valores globais registados, se verifique que este é o terceiro valor mais baixo, 515,6 mm, registado no período de análise.

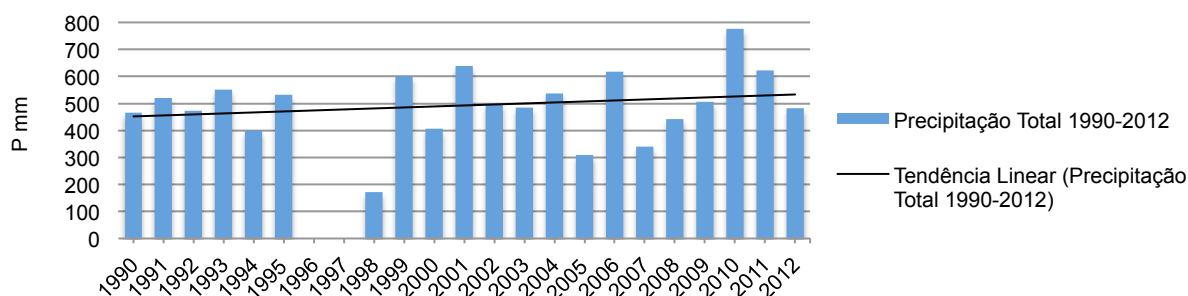


Figura 17: Evolução da P total entre 1990-2012 em Beja

A partir dos padrões de P totais registados ano a ano para o período 1990-2012 verifica-se que há uma tendência para o seu aumento, neste mesmo período de tempo (3,69 mm/ano). O ano com maiores teores de P foi 2010, 775,8 mm, seguido de 2001, 640,2 mm, e de 2011, 622,4 mm.

1998 surge como o ano com menores teores de P, com apenas 172,5 mm, seguido de 2005, 308,9 mm, e de 2007, 341,3 mm.

No início do período de análise parece que os valores de P registados são mais constantes e que variam menos entre si do que após a ocorrência do ano mais seco em 1998, a partir desse ano começa a haver anos que contrastam entre si a nível de teores de P total, ou seja, ora existem anos com teores relativamente elevados de P como anos com teores consideravelmente reduzidos.

#### a.4- Análise do índice de aridez

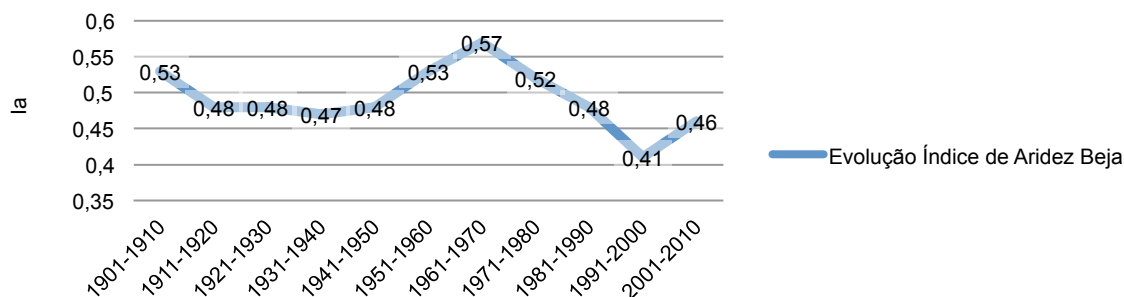


Figura 18: Evolução do Ia entre 1901-2010 em Beja

Através da análise da evolução do Ia entre 1901-2010 pode compreender-se a evolução que houve a nível de aridez do clima. Assim, e tendo por base a metodologia da UNEP verifica-se que existe uma variação entre clima sub-húmido seco e clima semi-árido como pode ser compreendido através do quadro 7, no anexo V. Constata-se também que há um decréscimo desta variável de 0,006 por década do período analisado.

É de realçar que o clima semi-árido surge de forma dominante e, mesmo nas décadas em que o clima foi classificado como sub-húmido seco, este está muito próximo de se tornar semi-árido, tendo em conta que apresenta valores praticamente no limite para poderem ser considerados como clima sub-húmido seco.

É ainda importante referir que 1991-2000 apresenta o menor  $I_a$ , 0,41, que se traduz em piores condições do meio. O valor mais elevado do  $I_a$  corresponde a 1961-1970, 0,57. Valores mais elevados de  $I_a$  traduzem-se em climas mais húmidos e menos áridos com melhores condições para o meio e, portanto, menor suscetibilidade à desertificação.

Na década em que o Alqueva fechou as comportas, 2001-2010, o  $I_a$  aumentou um pouco em relação à década anterior, mas mesmo assim apresenta o segundo valor mais baixo para o período estudado.

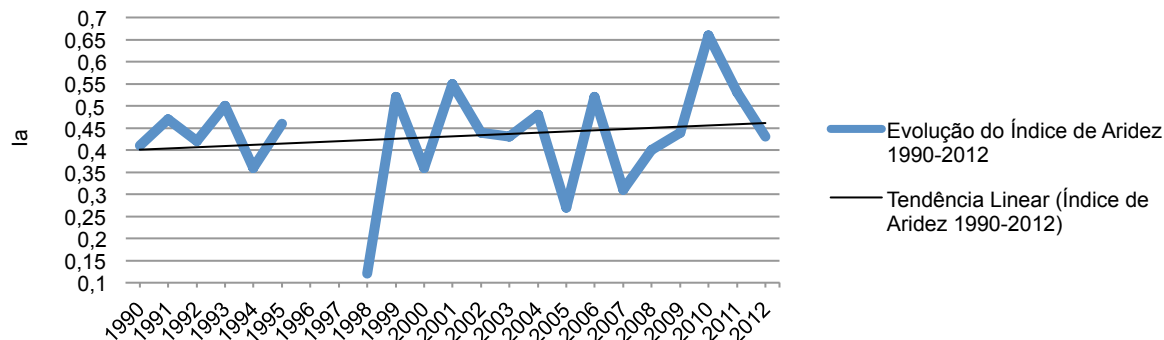


Figura 19: Evolução do  $I_a$  entre 1990-2012 em Beja

Durante a análise desta variável não foi possível encontrar dados respeitantes aos anos 1996 e 1997, como tal não estão representados na figura.

Da figura conclui-se que existe uma tendência linear para o aumento do  $I_a$  a nível global durante o período estudado (0,003 por ano). Este aumento pode traduzir-se em melhores condições climáticas, com características menos áridas para o meio envolvente e, portanto, menor suscetibilidade à desertificação.

Existem, no entanto, várias oscilações de clima durante 1990-2012, onde este passa por várias alterações na sua definição, mas o clima dominante é o clima semi-árido. Tal pode ser observado no quadro 8, no anexo V.

Os valores mais elevados dizem respeito a 2011, 0,66, em que o clima se apresenta sob a forma de sub-húmido e os mais baixos foram registados em 1998, 0,12, em que o clima é classificado como árido.

Não existe um padrão que permita definir a forma como o índice evolui, pois esta não é feita de forma homogénea, tanto existem aumentos como diminuições do  $I_a$  de ano para ano.

## b- Évora

### b.1- Análise da temperatura

A partir da análise da figura seguinte é possível verificar vários comportamentos e evoluções das variáveis aí representadas.

De uma forma geral verifica-se que para o período analisado, 1901-2010, a TMed Max e a TMed Min evoluem de forma inversa, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui. Estas variáveis são as que apresentam variações mais bruscas a nível de temperatura para o período estudado tendo uma diminuição ou um aumento, respetivamente, muito acentuados durante 30 anos, entre 1911 e 1941 sendo que, depois, esta variação ocorre de forma menos pronunciada, mas volta a ser mais brusca posteriormente entre 1961 e 1981, voltando a existir mais tarde, registos de valores com

menos variações entre si até ao final do período estudado. A nível global verifica-se que a TMed Max teve uma redução de 0,29 °C por década para o período estudado, já a TMed Min teve um aumento de 0,39 °C por década, ou seja, a primeira tem vindo a diminuir e a segunda a aumentar o que leva a que as amplitudes térmicas sejam menores e haja maior conforto bioclimático.

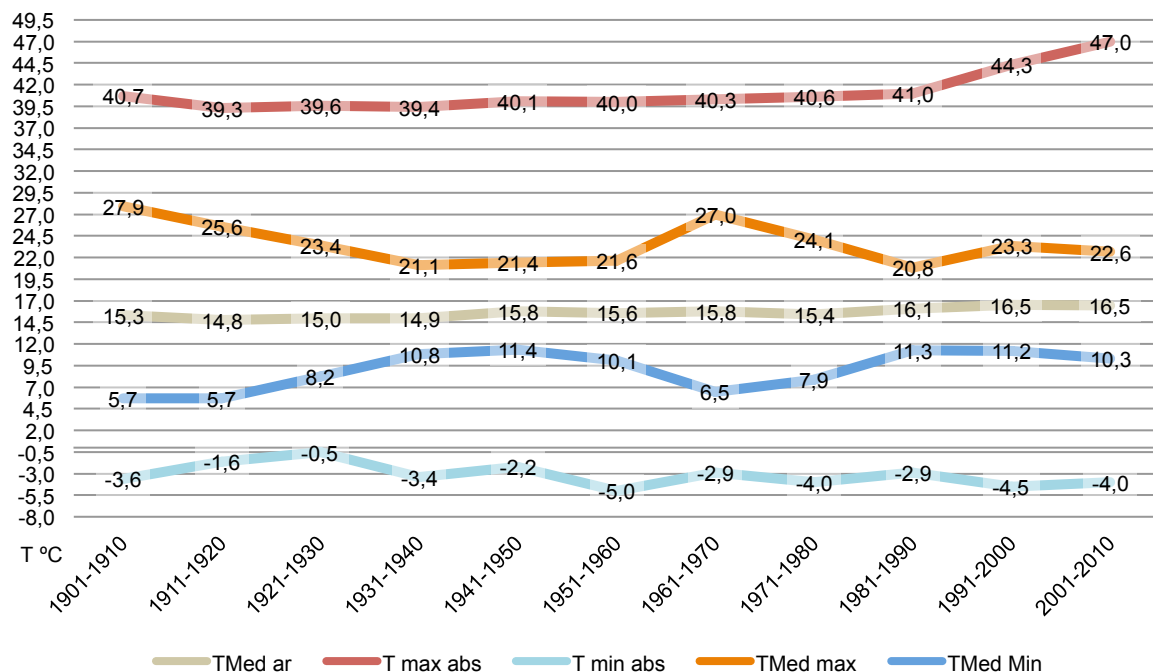


Figura 20: Evolução da temperatura entre 1901-2010 em Évora

Analisando-se a evolução da TMed ar entre 1901 e 2010 constata-se que esta teve um aumento de 0,15 °C por década sendo que as últimas décadas apresentam os valores mais elevados, 16,5 °C, e os períodos correspondentes a 1911-1920 e a 1931-1940 apresentam, respetivamente, os valores mais baixos, 14,8 °C e 14,9 °C.

A T max abs tem vindo a aumentar de uma forma geral para o período estudado tendo um aumento de 0,53 °C por década. É de realçar que a última década apresenta os valores mais elevados do período estudado, tendo-se acentuado estes aumentos nas últimas três décadas. O período relativo a 1911 e 1941 é o que apresenta valores mais baixos, mas até às três últimas décadas do período analisado a temperatura não apresenta muitas alterações de década para década.

A T min abs teve uma redução de 0,21 °C por década sendo que a última década apresenta o terceiro valor mais baixo registado e 1921-1930 o valor mais elevado sendo que as reduções mais abruptas de temperatura ocorreram nos períodos relativos a 1931-1940 e a 1951-1960 onde a temperatura diminui e apresenta um decréscimo de vários graus.

Estas duas últimas variáveis indicam-nos os extremos existentes na temperatura sendo que estamos perante temperaturas máximas muito elevadas, nos períodos quentes, em contraste com o registo de temperaturas baixas negativas nos períodos frios.

No entanto todas as variáveis têm diversas variações de década para década tanto com aumentos como com reduções de temperatura.

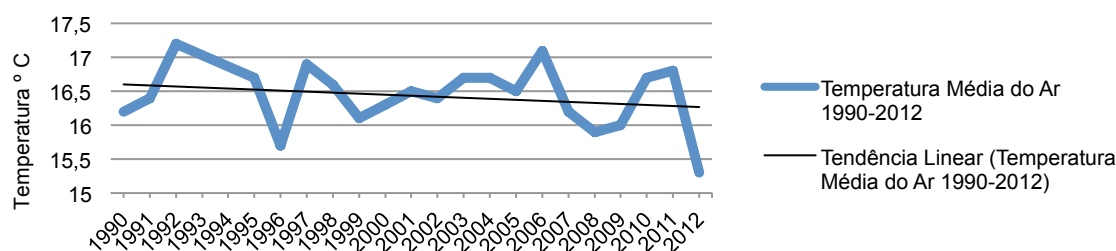


Figura 21: Evolução da TMed ar entre 1990-2012 em Évora

Analisando-se de uma forma mais pormenorizada a evolução da temperatura verifica-se que durante o período estudado houve uma tendência linear para os valores desta variável diminuírem ( $-0,015^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ). Desde 2002, ano em que foram fechadas as comportas da barragem de Alqueva, que se verifica a existência de uma menor variação da TMed ar entre anos, o valor mais baixo de temperatura para o período de análise foi registado em 2012,  $15,3^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se-lhe o ano de 1996,  $15,7^{\circ}\text{C}$ , 2008, surge em terceiro lugar,  $15,9^{\circ}\text{C}$ . O ano mais quente foi 1992,  $17,2^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se 2006,  $17,1^{\circ}\text{C}$ , e 1997,  $16,9^{\circ}\text{C}$ .

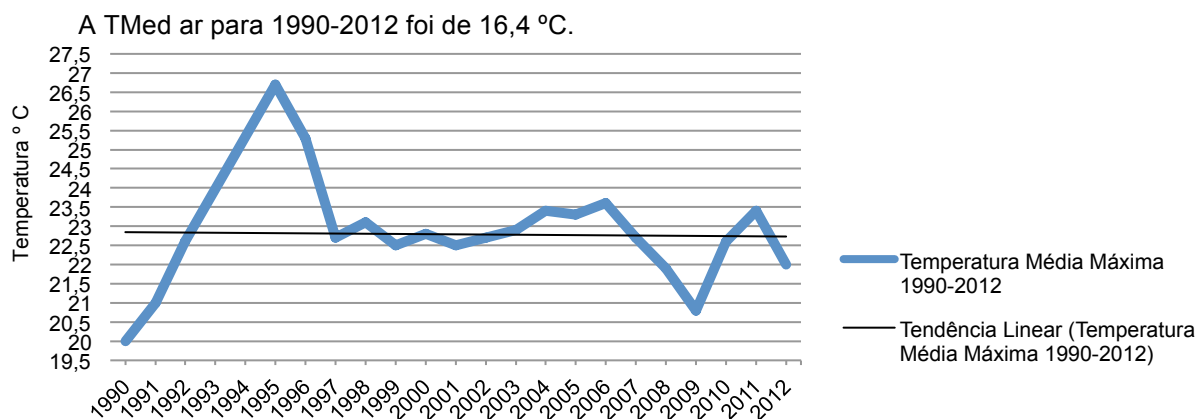


Figura 22: Evolução da TMed Max entre 1990-2012 em Évora

Analisando-se a evolução desta variável constata-se que esta apresenta diversos aumentos e reduções ao longo do período estudado, de uma forma global esta apresenta uma ligeira tendência linear para que os seus valores diminuam ( $-0,005^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ). Existe um aumento muito pronunciado e consecutivo da temperatura desde 1990-1995, onde existe um aumento de  $6,7^{\circ}\text{C}$  em relação ao início deste período, posteriormente ocorre uma das maiores reduções da temperatura até 1997 em cerca de  $4^{\circ}\text{C}$ . A partir deste ano o comportamento desta variável é mais homogêneo e não vão ocorrendo variações tão bruscas nos seus valores de ano para ano.

Em 2009, foi registado um dos valores mais baixos,  $20,8^{\circ}\text{C}$ , só ultrapassado pelo registo de 1991,  $21^{\circ}\text{C}$ , e pelo registo de 1990,  $20^{\circ}\text{C}$ . 1995 apresenta o valor mais elevado,  $26,7^{\circ}\text{C}$ , seguido por 1996,  $25,3^{\circ}\text{C}$ , e 2006 possui o terceiro registo mais elevado,  $23,6^{\circ}\text{C}$ .

A TMed Max para 1990-2012 foi de  $22,8^{\circ}\text{C}$ .

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 1997, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não se mantém constante.

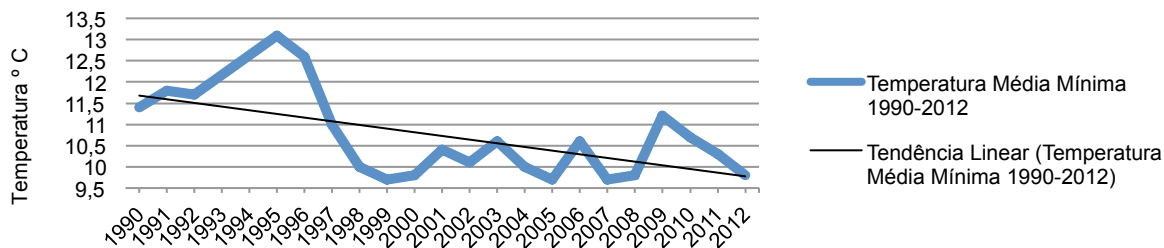


Figura 23: Evolução da TMed Min entre 1990-2012 em Évora

Da análise desta variável verifica-se uma tendência linear para o seu decréscimo durante o período estudado ( $-0,087$  °C/ano), o que se pode traduzir em maior desconforto bioclimático nos períodos frios.

A partir de 2002 existe uma menor variação desta variável e 2000, 2008 e 2012 apresentam os valores mais baixos registados,  $9,8$  °C, seguidos por 1999, 2005 e 2007,  $9,7$  °C. O registo mais elevado situa-se em 1995,  $13,1$  °C, seguindo-se 1996,  $12,6$  °C e 1991 °C  $11,8$  °C.

A TMed Min para 1990-2012 foi de  $10,7$  °C.

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 2002, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não mantém um padrão uniforme no seu comportamento.

Tanto a TMed Max como a TMed Min têm a tendência de aumentar ou diminuir respetivamente quando a outra variável aumenta ou diminui o que leva a que não haja uma redução muito significativa de amplitudes térmicas para o período estudado. Tal leva a que ocorra uma tendência linear para o aumento desta amplitude no período estudado, o que se traduz num maior desconforto bioclimático.

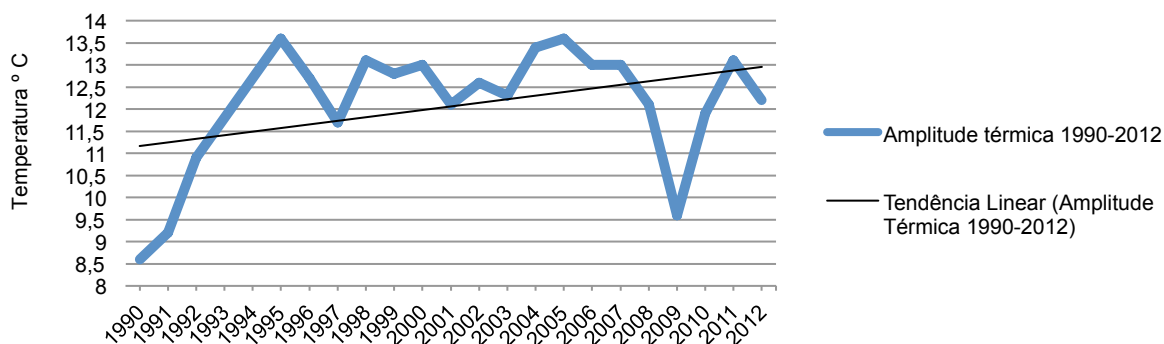


Figura 24: Evolução da amplitude térmica 1990-2012 em Évora

Da análise da evolução da T max abs (figura 25) conclui-se que esta apresenta uma tendência linear para aumentar no período estudado ( $0,050$  °C/ano). O ano de 2002 apresenta um dos valores mais baixos,  $39,4$  °C, abaixo deste ficam 2010,  $39,3$  °C, 2009,  $38,9$  °C, 2011,  $38,8$  °C e 1997 que apresenta o registo mais baixo,  $38,7$  °C.

Por oposição, 2007 apresenta o valor mais elevado,  $47$  °C, seguindo-se 2006,  $44,7$  °C e 2003,  $44,5$  °C.

Depois de se registar o valor mais elevado de T max abs em 2007 a variável estudada tem a sua maior descida nos dois anos seguintes, 2008 e 2009, com reduções consecutivas dos seus valores.

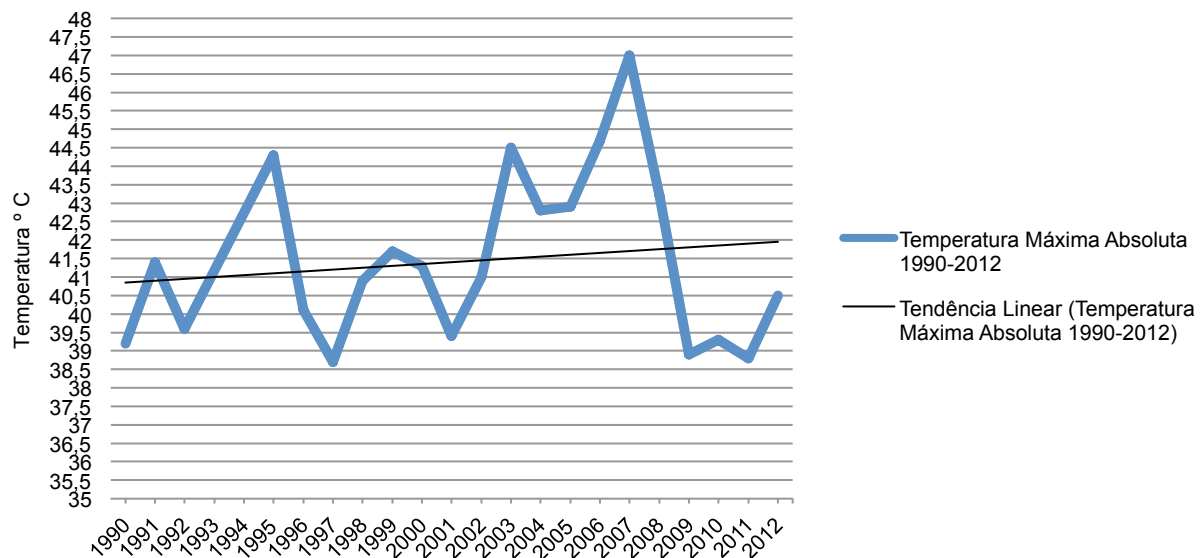


Figura 25: Evolução da T max abs entre 1990-2012 em Évora

A evolução desta variável não é feita de forma constante e existem diversas alterações bruscas de temperaturas entre anos.

Valores de T max abs mais elevados e com grandes variações entre si levam ao aumento do desconforto bioclimático devido ao acentuar das temperaturas extremas.

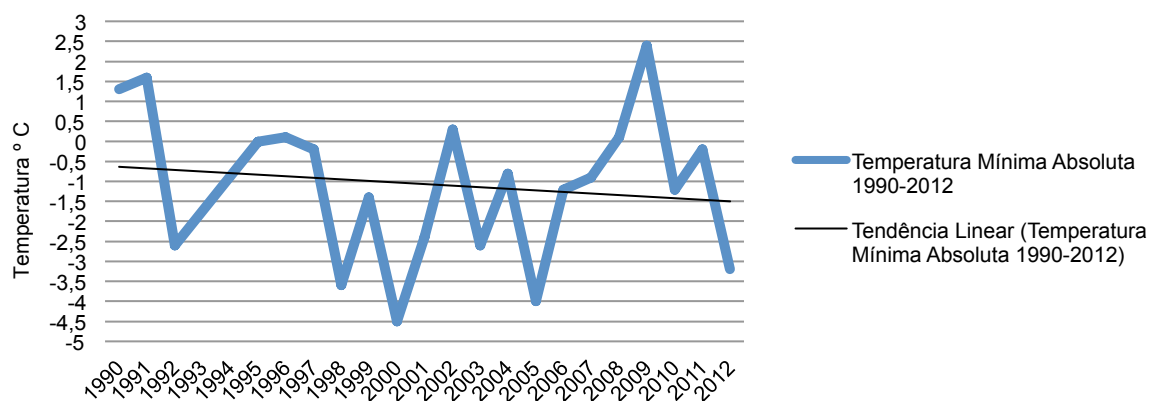


Figura 26: Evolução da T min abs entre 1990-2012 em Évora

Da análise desta variável constata-se que existe uma tendência linear para que os seus valores diminuam ao longo do período estudado (-0,040 °C/ano).

Verifica-se que existe uma variação abrupta nos valores de T min abs ao longo de praticamente todo o período analisado.

Em 2009 é atingido o valor máximo para o período estudado, 2,4 °C, 1996, 1,5 °C, e 1990, 1,3 °C, são respetivamente o segundo e o terceiro anos com registos mais elevados. 2000 surge como o ano com registos mais baixos, - 4,5 °C, seguido de 2005, - 4 °C, e 1998, -3,6 °C.

#### b.2- Análise da humidade relativa

Da análise a nível global feita por décadas verifica-se que houve um aumento de 0,30% desta variável por década do período estudado.



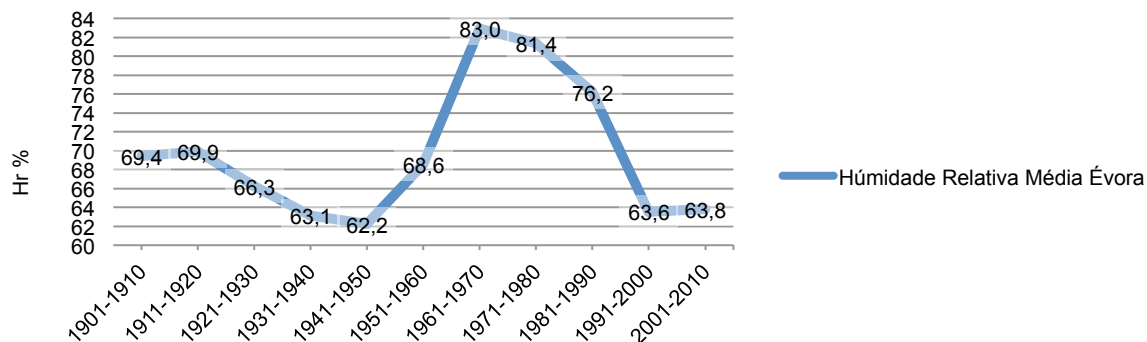


Figura 27: Evolução da Hr média entre 1901-2010 em Évora

Inicialmente os valores de Hr média variam pouco durante as duas primeiras décadas sendo que, a partir desse período começam a atingir valores mais baixos e, posteriormente, a sofrer mais oscilações com grandes aumentos seguidos de grandes reduções. 1941-1950 apresenta o menor registo de Hr média, 62,2 % e 1971-1980 apresenta o registo mais elevado, 83,0 %. A última década, 2001-2010, apresenta o quarto registo mais baixo, 63,8 %, ligeiramente acima da década anterior, 63,6 %.

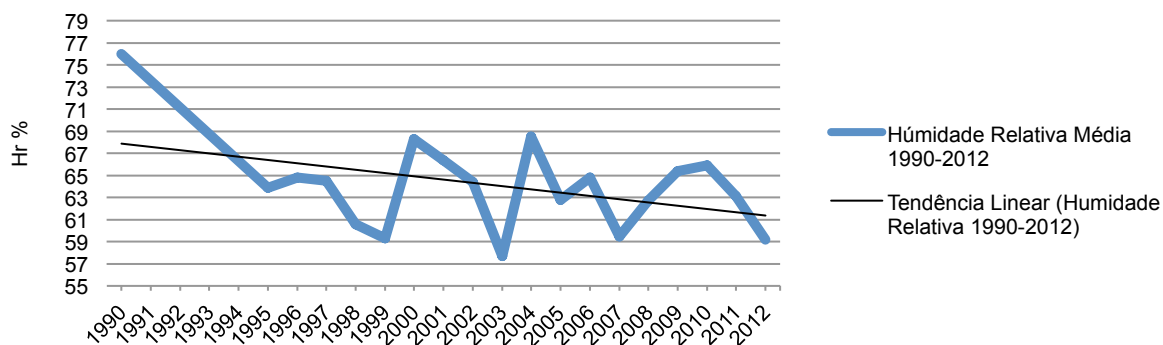


Figura 28: Evolução da Hr média entre 1990-2012 em Évora

Da análise desta variável constata-se que esta tem uma tendência linear para diminuir durante o período estudado (-0,30%/ano).

Os valores mais elevados surgem no início do período em análise sendo 1990, 76%, o ano com maiores registos de Hr média. Por oposição, 2003, 57,7%, 2012, 59,2 %, 1999, 59,3 % e 2007, 59,5%, surgem como os anos com menores valores de Hr média. A partir de 2002 deixa de haver variações tão bruscas nos valores desta variável que se mantêm por maiores períodos de tempo com registos mais semelhantes entre si.

A Hr média para 1990-2012 foi de 64,1%.

### b.3- Análise da precipitação

Através da figura 29 obtêm-se os dados referentes aos valores de precipitação médios de cada ano de cada década representada.

Da análise a nível global da evolução dos padrões de P médios verifica-se que há um decréscimo de 7,08 mm por ano de cada década no período analisado.

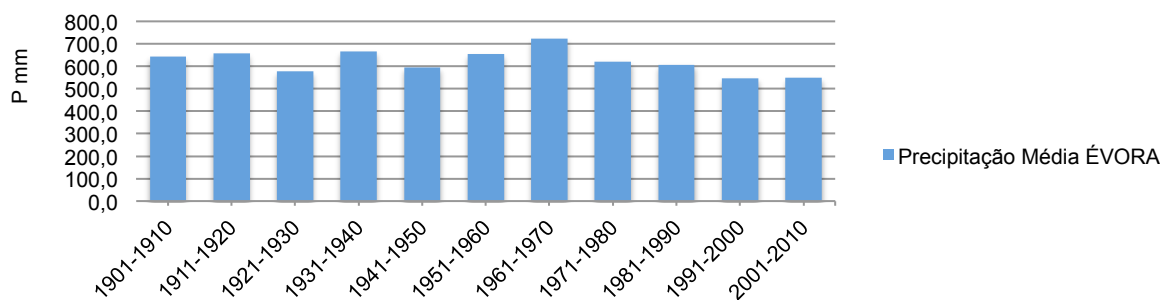


Figura 29: Evolução da P média entre 1901-2010 em Évora

O valor mais alto diz respeito ao período 1961-1970 onde, em média, cada ano teve 722,9 mm de P, por oposição, o valor mais baixo está situado entre 1991-2000 onde, em média, cada ano teve 548 mm de P. É de notar que desde o ano em que o valor mais alto é atingido, até que o valor mais baixo de P é também atingido, ocorre uma diminuição consecutiva nas décadas situadas entre eles. Após se atingir este valor mínimo na década seguinte, 2001-2010, os registos dos valores de P voltam a sofrer um aumento ainda que, quando comparado com os valores globais registados, se verifique que este é o segundo valor mais baixo, 549,1 mm, registados no período de análise.

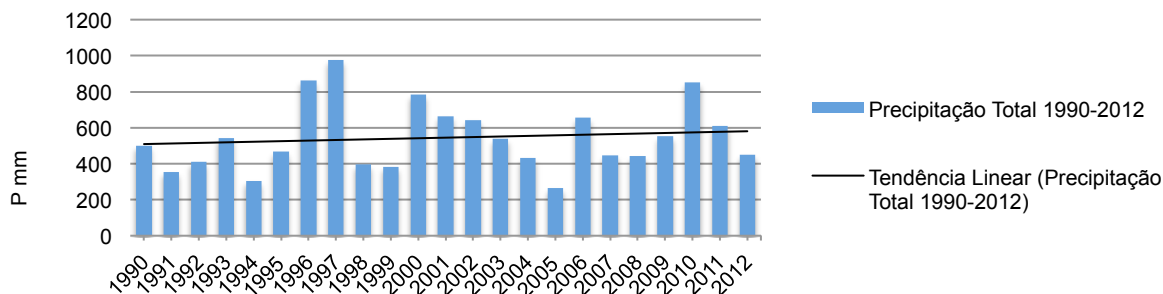


Figura 30: Evolução da P total entre 1990-2012 em Évora

A partir dos padrões de P totais registados ano a ano para o período 1990-2012 verifica-se que há uma tendência para um ligeiro aumento neste mesmo período de tempo (3,24 mm/ano). O ano com maiores teores de P foi 1997, 976,2 mm, seguido de 1996, 863,8 mm, e de 2010, 852,2 mm.

2005 surge como o ano com menores teores de P, com apenas 264,6 mm, seguido de 1994, 304,7 mm, e de 1991, 355,3 mm.

A partir de 2002 começa a haver uma menor variação dos teores de P entre anos, não variando estes de forma tão abrupta, como anteriormente, onde existem ou anos com teores elevados de P ou anos com teores baixos de P.

#### b.4- Análise do índice do aridez

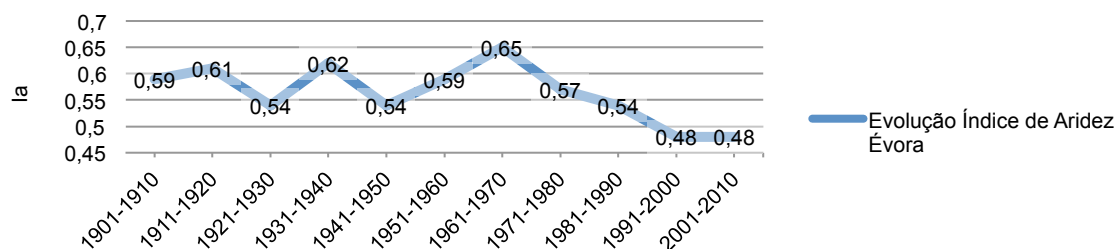


Figura 31: Evolução do Ia entre 1901-2010 em Évora

Através da análise da evolução do Ia entre 1901-2010 pode compreender-se a evolução que houve a nível de aridez do meio. Assim, e tendo por base a metodologia da UNEP, verifica-se que existe uma variação entre clima sub-húmido seco e clima semi-árido como pode ser compreendido através quadro 9, no anexo V. Constata-se também que há um decréscimo desta variável de 0,010 por década do período analisado.

É de realçar que o clima sub-húmido seco surge de forma dominante e, mesmo nas décadas em que o clima foi classificado como semi-árido, este está muito próximo de um clima sub-húmido seco, tendo em conta que apresenta valores praticamente no limite para poderem ser considerados como clima semi-árido.

É ainda importante referir que 1991-2000 e 2001-2010 apresentam o menor Ia, 0,48, que se traduz em piores condições do meio envolvente. O valor mais elevado de Ia corresponde a 1961-1970, 0,65. Valores mais elevados de Ia traduzem-se em climas mais húmidos e menos áridos com melhores condições para o meio e, portanto, menor suscetibilidade à desertificação.

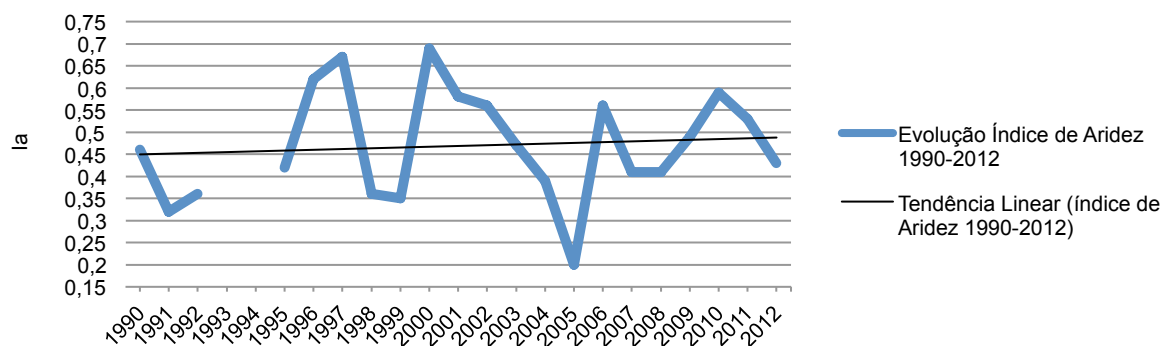


Figura 32: Evolução do Ia entre 1990-2012 em Évora

Durante a análise desta variável não foi possível encontrar dados respeitantes aos anos 1993 e 1994, como tal não estão representados na figura.

Da figura conclui-se que existe uma tendência linear para o aumento do Ia a nível global durante o período estudado (0,002 por ano). Este aumento pode traduzir-se em melhores condições climáticas, com características menos áridas e, portanto, menor suscetibilidade à desertificação.

Existem, no entanto, várias oscilações de clima durante 1990-2012, onde este passa por várias alterações na sua definição, mas o clima dominante é o clima semi-árido. Tal pode ser observado no quadro 10, no anexo V.

Os valores mais elevados dizem respeito a 1999, 0,69, e 1997, 0,67, em que o clima se apresenta sob a forma de sub-húmido e os mais baixos foram registados em 2005, 0,2, em que o clima é classificado como árido.

### c-Reguengos de Monsaraz

#### c.1- Análise da temperatura

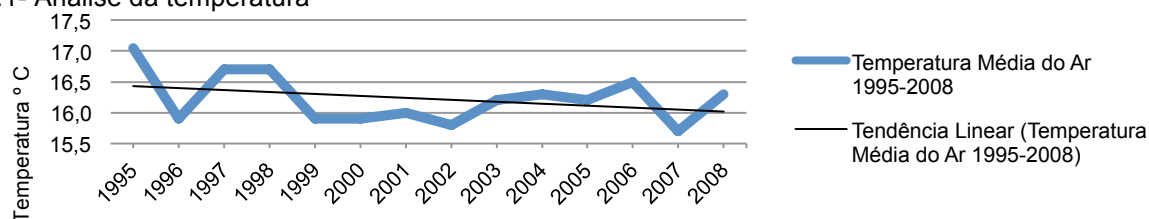


Figura 33: Evolução da TMed ar entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Analisando-se a evolução da TMed ar verifica-se que durante o período estudado houve uma tendência linear para uma redução dos valores desta variável ( $-0,031\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ). Desde 2002, ano em que foram fechadas as comportas da barragem de Alqueva, que se verifica a existência de uma menor variação da TMed ar entre anos, o valor mais baixo de temperatura para o período de análise foi registado em 2007,  $15,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se-lhe o ano de 2002,  $15,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1996 e 1999 surgem em terceiro lugar,  $15,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O ano mais quente foi 1990,  $17,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguindo-se 1997 e 1998,  $16,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e 2006,  $16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A TMed ar para 1995-2008 foi de  $16,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

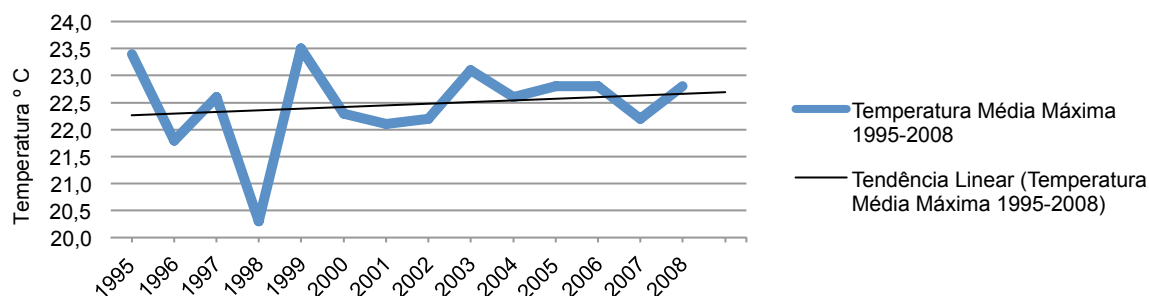


Figura 34: Evolução da TMed Max entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Analisando-se a evolução desta variável constata-se que esta apresenta diversos aumentos e reduções ao longo do período estudado, de uma forma global esta apresenta uma tendência de aumento ( $0,025\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ). Em 2002, foi registado o quarto valor mais baixo,  $22,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ultrapassado pelos registos de 2001,  $22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 1996,  $21,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e 1998 o ano com valores mais baixos,  $20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Já depois das comportas da barragem terem sido fechadas foi registado o terceiro valor mais elevado em 2003,  $23,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , só ultrapassado pelo registo de 1999,  $23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , e 1995 possui o segundo registo mais elevado,  $23,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A TMed Max para 1995-2008 foi de  $22,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 2002, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não mantém um padrão constante a nível do seu comportamento.

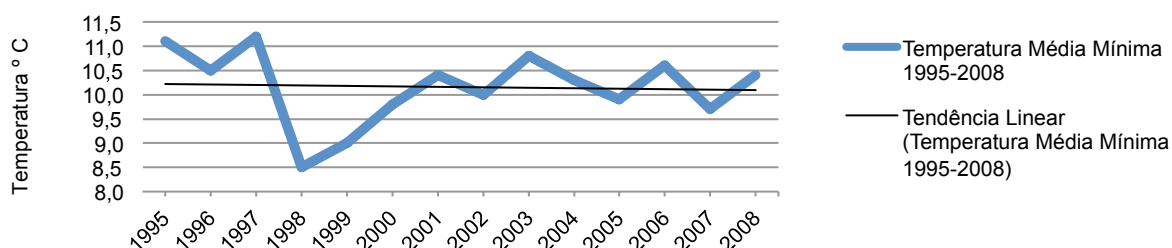


Figura 35: Evolução da TMed Min entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Da análise desta variável verifica-se uma tendência linear para uma ligeira redução durante o período estudado ( $-0,01\text{ }^{\circ}\text{C/ano}$ ), o que se pode traduzir num menor conforto bioclimático nos períodos frios.

A partir de 2002 existe uma menor variação desta variável e 2003 apresenta um dos registos mais elevados, 10,8 °C, só ultrapassado por 1995, 11,1 °C e 1997, 11,2 °C. O registo mais baixo situa-se em 1998, 8,5 °C, seguindo-se 1999, 9,0 °C e 2007, 9,7 °C.

A TMed Min para 1995-2008 foi de 10,2 °C.

É de realçar, que apesar de com variações menos abruptas que desde 2002, se verifica uma sequência de aumentos e de reduções de temperatura onde esta não mantém um padrão constante a nível do seu comportamento.

Tanto a TMed Max como a TMed Min têm a tendência de aumentar ou diminuir respetivamente quando a outra variável aumenta ou diminui o que leva a que não haja uma redução muito significativa de amplitudes térmicas para o período estudado. Tal leva a que ocorra uma tendência linear para o aumento desta amplitude no período estudado, o que se traduz num maior desconforto bioclimático.

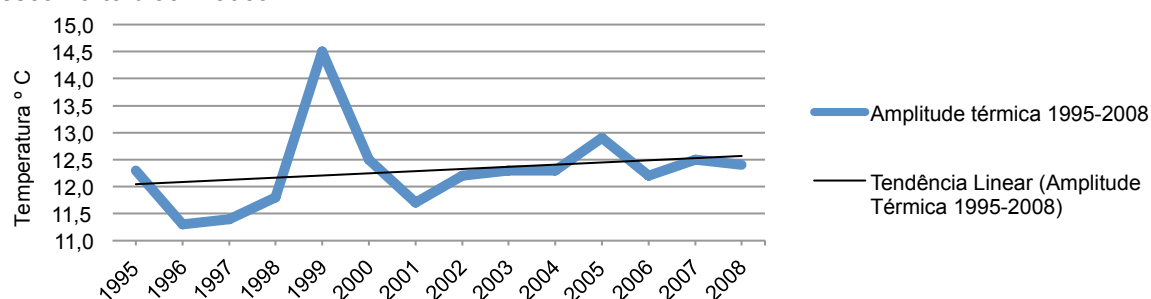


Figura 36: Evolução da amplitude térmica 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

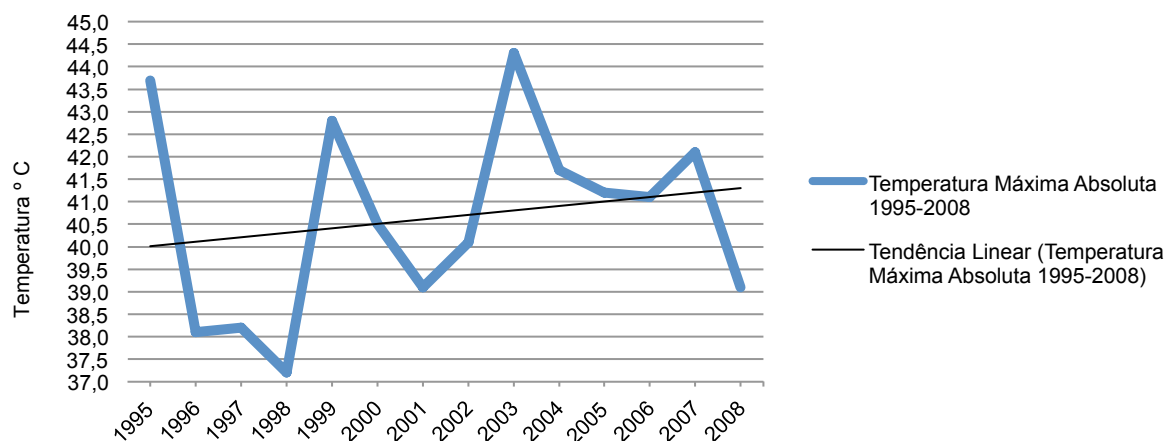


Figura 37: Evolução da T max abs entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Da análise da evolução da T max abs conclui-se que esta apresenta uma tendência linear para aumentar no período estudado (0,099 °C/ano). O ano de 1998 apresenta o registo mais baixo, 37,2 °C, seguido por 1996, 38,1 °C, e 1997, 38,2 °C.

Por oposição, o ano de 2003 apresenta o valor mais elevado, 44,3 °C, seguindo-se 1995, 43,7 °C e 1999, 42,8 °C.

Esta variável apresenta variações bruscas de temperatura entre anos sendo que a partir de 2003 esta variação passa a ocorrer de forma menos pronunciada com registos de temperaturas mais próximos entre anos e inferiores ao ano referido anteriormente.

Valores de T max abs mais baixos e com menores variações entre si levam a que não haja temperaturas tão extremas nos períodos quentes, aumentando o conforto bioclimático.

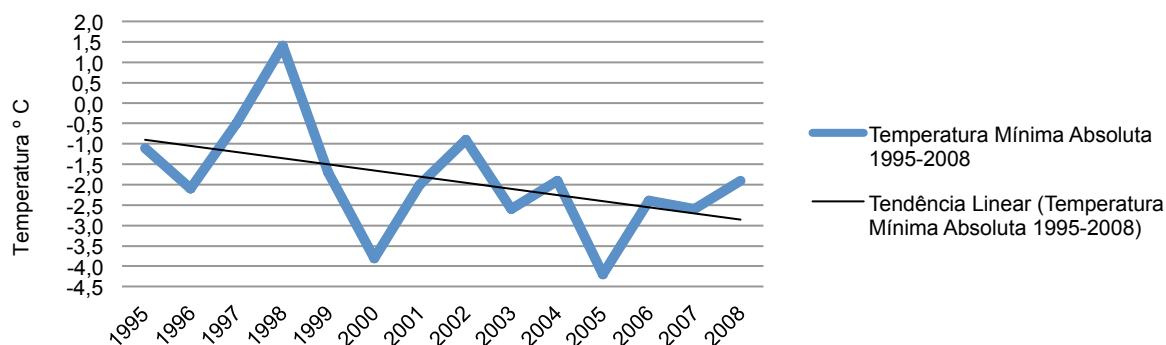


Figura 38: Evolução da T min abs entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Da análise desta variável constata-se que existe uma tendência linear para que haja um decréscimo dos seus valores ao longo do período estudado ( $-0,151^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ ).

Verifica-se que ocorre uma variação mais abrupta nos valores de T min abs até 2000, sendo que em 1998 é atingido o seu valor máximo para o período estudado,  $1,4^{\circ}\text{C}$ , 1997,  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , e 2002,  $-0,9^{\circ}\text{C}$ , são respetivamente o segundo e o terceiro anos com registos mais elevados. A partir de 2000 as temperaturas têm variações menos abruptas com valores mais homogêneos, no entanto, é depois deste ano que é registada a temperatura com menor valor, o ano 2005,  $-4,2^{\circ}\text{C}$ , surge como o ano com registos mais baixos, seguido de 2000,  $-3,8^{\circ}\text{C}$ , e 2003 e 2007,  $-2,6^{\circ}\text{C}$ .

#### c.2- Análise da humidade relativa

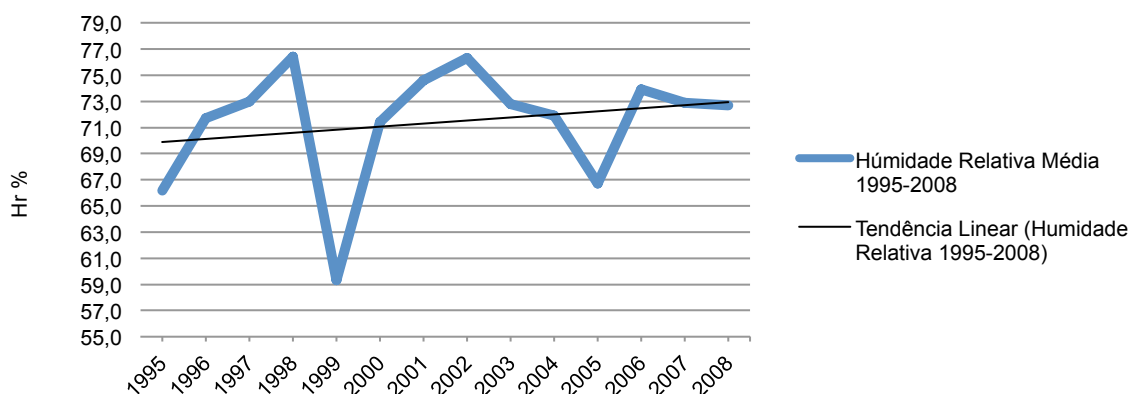


Figura 39: Evolução da Hr média entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Da análise desta variável constata-se que esta tem uma tendência linear para aumentar durante o período estudado ( $0,235\%/ \text{ano}$ ).

O valor mais elevado surge em 1998,  $76,4\%$ , seguido por 2002,  $76,3\%$  e 2001,  $74,6\%$ , os três anos com maiores registos de Hr média. Por oposição, 1999,  $59,3\%$ , 1995,  $66,2\%$  e 2005,  $66,7\%$ , surgem como os anos com menores valores de Hr média. A partir de 2000 deixa de haver variações tão bruscas nos valores desta variável que se mantêm por maiores períodos de tempo com registos mais semelhantes entre si.

A Hr média para 1995-2008 foi de  $71,4\%$ .

### c.3- Análise da precipitação

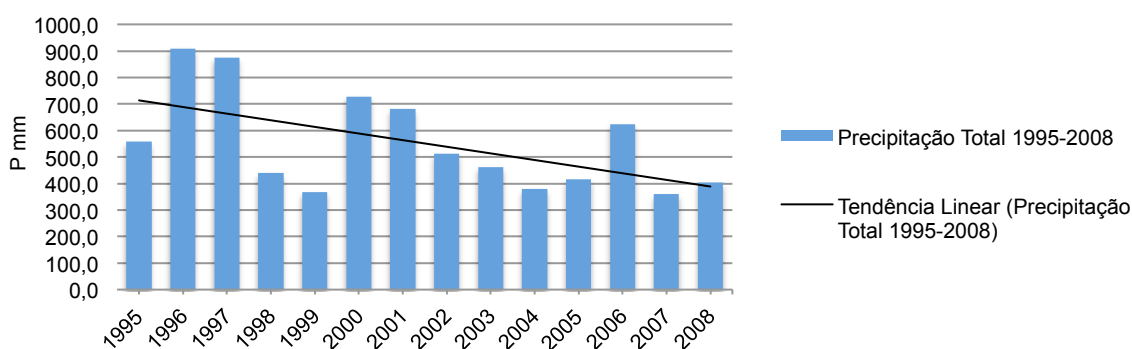


Figura 40: Evolução da P total entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

A partir dos padrões de P totais registados ano a ano para o período 1995-2008 verifica-se que há uma tendência para o seu decréscimo neste mesmo período de tempo (-24,98 mm/ano). O ano com maiores teores de P foi 1996, 909,7 mm, seguido de 1997, 874,2 mm, e de 2000, 728,6 mm.

2007 surge como o ano com menores teores de P, com 360,0 mm, seguido de 1999, 367,8 mm, e de 2004, 379,4 mm.

Existem anos que contrastam entre si a nível de teores de P total, ou seja, ora existem anos com teores relativamente elevados de P como anos com teores consideravelmente reduzidos, mas a partir de 2002 começa a haver uma menor variação dos teores de P entre anos, não variando estes de forma tão abrupta, como anteriormente.

### c.4- Análise do índice do aridez

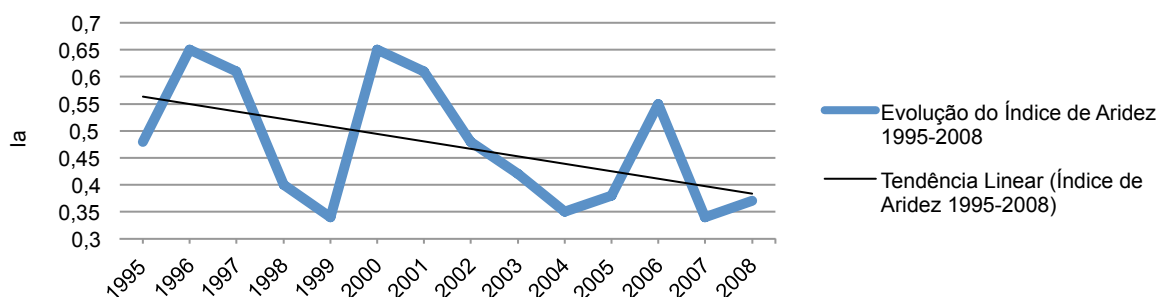


Figura 41: Evolução do Ia entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

Da figura conclui-se que existe uma tendência linear para o decréscimo do Ia a nível global durante o período estudado (-0,014 por ano). Este decréscimo pode traduzir-se em piores condições climáticas, com características mais áridas para o meio.

Valores mais baixos de Ia traduzem-se em climas menos húmidos e mais áridos com piores condições para o meio, podendo estar mais suscetíveis à desertificação.

Existem, no entanto, várias oscilações de clima durante 1995-2008, onde este passa por várias alterações na sua definição, mas o clima dominante é o clima semi-árido. Tal pode ser observado no quadro 11, no anexo V.

Os valores mais elevados dizem respeito a 1996 e 2000, 0,65, em que o clima se apresenta sob a forma de sub-húmido seco e os mais baixos foram registados em 1999 e 2007, 0,34, em que o clima é classificado como semi-árido.

## V | 2.4. Evolução da taxa de desemprego

Através da análise da figura 42 verifica-se que para as três povoações estudadas os valores mais baixos da taxa de desemprego foram registados em 1950 e em 1960.

Em 1981 a taxa de desemprego sofre um aumento em relação ao período anterior e atinge mesmo o seu valor mais elevado para o período estudado, em Reguengos de Monsaraz, posteriormente, 2001 surge com uma taxa de desemprego relativamente mais baixa para as três povoações, mas torna a sofrer um aumento nos anos seguintes, 2004, 2005 e 2006, sofrendo apenas uma ligeira redução tanto em 2007 como em 2008. Após este período a taxa de desemprego vai sempre aumentando até 2012, excetuando-se o ano de 2011 onde há uma ligeira redução desta.

É de realçar que em grande parte do período analisado Reguengos de Monsaraz possui quase sempre uma taxa de desemprego mais elevada que as outras duas povoações analisadas e que em Évora acontece o oposto, ou seja, os valores registados são quase sempre inferiores aos das outras duas povoações para o período analisado. O valor mais elevado de taxa de desemprego foi registado em 1981, em Reguengos de Monsaraz, 16,7%, e o valor mais baixo foi registado em Évora, em 1960, 2%.

Fazendo-se uma análise povoação a povoação verifica-se que os valores mais elevados de taxa de desemprego foram, 15,85% registado em 2012 em Beja, 13,70% também registado em 2012 mas em Évora e 16,70% registado em 1981 em Reguengos de Monsaraz, seguido de muito perto pelo registo de 2012 de 16,44%. Os valores mais baixos foram, 2,20% registados em 1950 em Beja, 2% registados em 1960 em Évora e 2,20% registados em 1950 em Reguengos de Monsaraz.

Seria de esperar que a taxa de desemprego tivesse diminuído nas povoações analisadas, devido ao Alqueva, mas tal não veio a acontecer, tendo esta aumentado consideravelmente nos últimos anos, tal pode dever-se às condições económicas adversas que o país tem vindo a enfrentar.

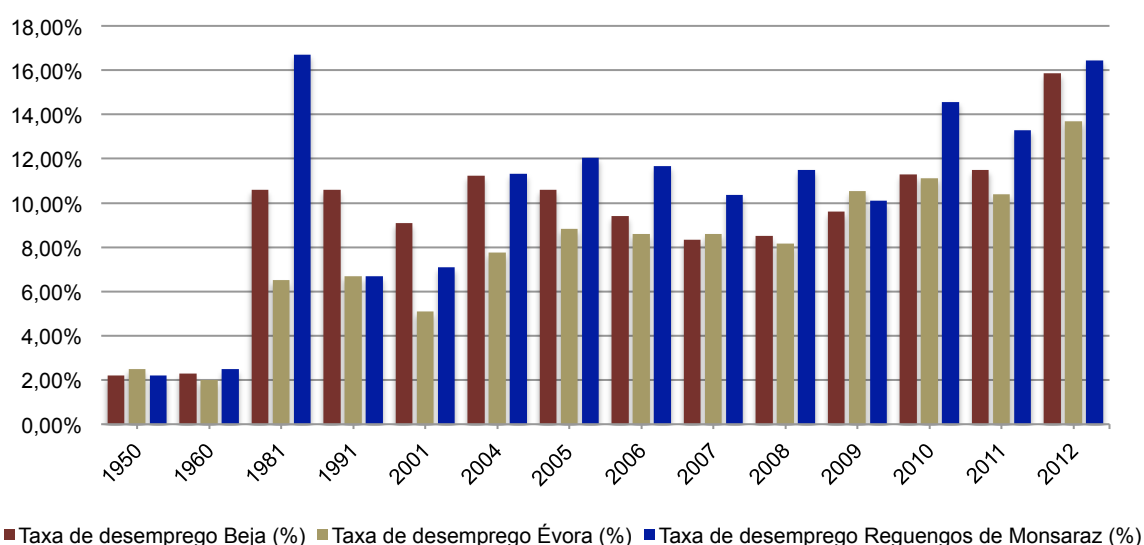


Figura 42: Evolução da taxa de desemprego em Beja, Évora e Reguengos de Monsaraz



## **V | 2.5. Comparação entre os dados obtidos e os Estudos de Impacto Ambiental**

Foram analisados os Estudos de Impacto Ambiental realizados antes da construção do Alqueva em 1985-1986 e em 1995, no entanto, foi dada maior relevância aos estudos de 1995 dado que fazem uma análise mais pormenorizada e mais completa em relação aos anteriores. Foram também analisados os estudos relativos às potencialidades de desenvolvimento de emprego realizados em 1997.

É reconhecido nos EIA que os impactos climáticos que advêm do Alqueva são muito complexos e que estes estudos não têm a possibilidade de abordar todas as suas vertentes nem de responder de forma definitiva a todas as questões. Muitas das questões colocadas são tema de investigação na comunidade científica e não têm ainda uma solução claramente estabelecida.

Assim, de acordo com os EIA, a introdução do Alqueva no meio vem trazer importantes alterações na superfície que podem influenciar a estrutura da camada limite atmosférica e a circulação de ar a nível regional, sendo que poderá haver alterações nos fluxos de vapor de água entre a atmosfera e a superfície, tanto nas zonas alagadas como nas zonas irrigadas, mudanças da capacidade térmica da superfície, maioritariamente em zonas alagadas, e do seu albedo. Vão também ocorrer alterações nas ocupações do solo com influência nos fluxos entre a superfície e a atmosfera e alterações na orografia, devido ao enchimento das zonas alagadas.

Segundo os EIA de 1995, a existência de uma superfície extensa de água introduz perturbações nas características da baixa atmosfera, devido a alterações nos balanços energéticos e hídricos locais e na circulação do ar.

A distribuição da irrigação é um dos principais elementos da perturbação climática introduzida pelo Alqueva. As várias simulações realizadas nos EIA apontam para uma diminuição da temperatura do ar à superfície, sendo essencialmente afetada a temperatura máxima e, conseqüentemente, a temperatura média, uma diminuição da amplitude térmica e um aumento da humidade relativa. No entanto a maior ou menor intensidade dos impactos está relacionada e depende do aumento da evaporação devido à irrigação.

Espera-se um impacto positivo a nível de disponibilidade de água e uma diminuição da temperatura do ar e um aumento da humidade relativa do ar, especialmente no período quente. Mas estes impactos estão dependentes da capacidade de gerir corretamente a água, ou seja, das políticas de rega utilizadas.

O estudo refere que os impactos a nível do clima serão proporcionais à extensão da irrigação que venha a existir, sendo de esperar, essencialmente, impactos nos períodos de funcionamento da rega, ou seja, quando a temperatura é mais elevada.

No que diz respeito às condições de suscetibilidade à desertificação, mais concretamente à evolução do índice de aridez, os EIA preveem um aumento significativo deste com condições de rega, o que leva a uma redução do défice de água no solo e a uma melhoria das condições climáticas. Apesar de, quando comparadas as situações com rega e sem rega, o índice ser mais elevado em condições de rega, existe uma tendência para se acentuarem as condições de aridez ao longo do tempo ainda que de uma forma muito menos pronunciada do que em situações sem rega.

No entanto, e mesmo com rega, estão previstas situações de défice anual de água no solo o

que pode levar a carências hídricas, especialmente em anos com reduzidas taxas de precipitação.

Tendo em conta os impactos previstos pelos EIA referidos anteriormente e a análise realizada para tentar compreender o que está realmente a acontecer na região onde o Alqueva foi inserido, verifica-se que nem todos os impactos previstos nos EIA estão realmente a acontecer sendo que, por vezes, acontece exatamente o oposto. No entanto, é também importante referir que ainda existe um período de tempo relativamente curto que pode ser analisado dado que o empreendimento apenas se estabeleceu por completo há cerca de dez anos na região, quando as suas comportas foram fechadas, levando a que muitos destes resultados ainda possam sofrer alterações numa escala de tempo maior, pois a influência que o Alqueva exerce pode ainda não se manifestar por completo, na região.

O quadro 12, no anexo X, faz uma síntese e a comparação entre estes resultados e as previsões dos EIA.

Como não foi possível obter a totalidade dos dados climáticos referentes ao período 1990-2012 para Reguengos de Monsaraz, tendo apenas podido ser estudado o período 1995-2008, foi feita uma análise comparativa das três povoações relativamente a este período para compreender de uma forma mais correta os comportamentos das variáveis analisadas

É de realçar que, relativamente, ao período 1995-2008, Beja e Reguengos de Monsaraz são as povoações que apresentam resultados mais concordantes com os EIA ainda que com diversas discrepâncias. Dos sete fatores analisados nos EIA verifica-se que acontece o que estes preveem em quatro variáveis para Beja e em duas variáveis para Reguengos de Monsaraz. Para este mesmo período de análise Évora é a povoação que mais se afasta dos resultados previstos, sendo que desses sete fatores analisados apenas um é coincidente com as previsões dos EIA.

Tal pode dever-se ao facto de Beja possuir uma maior proximidade dos perímetros irrigados. De facto, Beja está praticamente circundada por extensas áreas irrigadas e parece ser a povoação que sofreu mais impactos positivos a nível global, dos dez fatores analisados, quatro sofreram alterações positivas que podem levar a uma melhoria das condições do meio. Em Reguengos de Monsaraz, mais afastada dos perímetros de rega que são de menor dimensão, relativamente a Beja, mas mais próxima da barragem dois fatores analisados, a nível global, sofreram alterações positivas, em Évora apenas um dos dez fatores sofreu alterações positivas, de facto, esta povoação encontra-se relativamente mais afastada da barragem, relativamente a Reguengos de Monsaraz, e dos perímetros de rega, relativamente a Beja.

Com base nestes comportamentos analisados para 1995-2008, para as três povoações, e nos comportamentos das variáveis registados em 1990-2012 para Évora e Beja, pensa-se que para este período aconteceria uma variação semelhante à descrita para 1995-2008 das variáveis nas três povoações, ou seja, Beja seria a povoação com mais impactos positivos, seguida de Reguengos de Monsaraz e de Évora.

Estes resultados revelam, tal como enunciado nos EIA, a influência que pode ter a extensão e a existência de áreas irrigadas para as alterações das condições do meio. Quanto maior a extensão e a proximidade com áreas irrigadas maiores os impactos que ocorrem.

## **V | 2.6. Ilações Finais**

Após a realização das análises referidas anteriormente, verificou-se que a construção da Barragem do Alqueva veio trazer várias alterações e impactos para a região onde está inserida.

É de realçar que podem vir a ocorrer diversos impactos negativos no meio ambiente, tais como, libertação de dióxido de carbono e de metano para a atmosfera, GEE que contribuem para as alterações climáticas e que, consequentemente, podem contribuir para o aumento da suscetibilidade à desertificação da região. Uma barreira física no transporte a nível de sedimentos pode ocorrer, no caso concreto desta barragem, o processo pode ser grave devido às suas grandes dimensões e poderá haver uma deterioração da qualidade das águas, levando a uma eutrofização marinha ou estuariana.

Para além do aumento da suscetibilidade à desertificação devido ao aumento dos GEE referidos anteriormente, pode vir a ocorrer desertificação nas regiões situadas a montante da barragem e também erosão, assoreamento do leito do rio que a abastece, assoreamento das albufeiras e alterações climáticas.

A rega realizada com as águas da barragem pode, eventualmente, a longo prazo, trazer graves problemas para os solos que por ela são irrigados. Pode haver degradação destes solos devido à salinização, excetuando-se nas áreas abrangidas por regossolos que parecem não ser afetados pela salinização, como tal, exige-se que estas áreas irrigadas sejam adequadamente monitorizadas para uma imediata ação no caso da existência de eventuais problemas.

A nível de alterações climáticas introduzidas por esta barragem e pela irrigação feita a partir desta verifica-se que existem vários comportamentos relativamente às povoações estudadas, consoante a proximidade e extensão para com os elementos referidos anteriormente. De facto, todas as variáveis analisadas sofrem alterações, mas é importante referir que nem todas são positivas, podendo vir a agravar as condições do meio. A nível de impactos positivos é importante mencionar que quanto maior a proximidade e a extensão dos perímetros de rega mais alterações positivas ocorrem. Assim, tanto Beja como Évora sofreram alterações positivas em quatro variáveis em 1990-2012, assinaladas a verde no quadro 13, no anexo Z. No entanto as alterações sofridas em Beja são ligeiramente mais notórias, tal dever-se-á à maior proximidade e extensão dos perímetros de rega relativamente à zona de Beja uma vez que, tanto Beja como Évora, encontram-se a distâncias muito semelhantes relativamente à barragem de Alqueva. Tanto em Beja como em Évora existe uma tendência para o aumento do la que se pode traduzir em melhores condições climáticas para o meio e, consequentemente, numa menor suscetibilidade à desertificação. É de realçar que este aumento do la é mais notório em Beja que em Évora.

Apesar de não se terem podido obter por completo os dados referentes a Reguengos de Monsaraz para 1990-2012 espera-se que esta povoação se encontre numa posição intermédia entre Beja e Évora a nível de impactos positivos, tendo por base o que ocorre em 1995-2008, nestas três povoações, e a proximidade de Reguengos de Monsaraz com a barragem. Será de esperar que ocorra também uma ligeira tendência para o aumento do la e, consequentemente, uma menor suscetibilidade à desertificação.

Seria de esperar que a taxa de desemprego tivesse diminuído nas povoações analisadas, mas tal não veio a acontecer, tendo esta aumentado consideravelmente nos últimos anos, tal pode dever-se às condições económicas adversas que o país tem vindo a enfrentar.

É importante referir que ainda existe um período de tempo relativamente curto que pode ser analisado, dado que o empreendimento apenas se estabeleceu por completo há cerca de dez anos na região, quando as suas comportas foram fechadas, levando a que muitos destes resultados ainda possam sofrer alterações numa escala de tempo maior, pois a influência que o Alqueva exerce pode ainda não se manifestar por completo na região.

## **VI | Conclusão**

Através da realização desta dissertação foi possível compreender e analisar os processos e problemas relacionados com a desertificação. Constatou-se que ainda existem várias lacunas na compreensão dos fenómenos que envolvem este processo. Este é um problema já muito antigo, essencialmente causado pelas alterações climáticas e pelas atividades humanas e que ocorre nas regiões secas, um pouco por todo o mundo, com consequências muito graves tanto para o meio como para as populações que nele habitam.

É extremamente importante combater e controlar os processos de desertificação cada vez mais presentes no mundo, no entanto, é ainda mais importante prevenir que eles aconteçam e se instalem, uma vez que é muito complexo e moroso restaurar as terras degradadas afetadas pela desertificação. Assim, grande parte do combate à desertificação deveria passar pela aplicação de medidas para a sua prevenção.

Portugal encontra-se bastante afetado por este problema, com cerca de 60% do território suscetível à desertificação, como tal, exige-se a aplicação de medidas eficazes para o seu combate e o preenchimento das lacunas existentes a nível do estudo deste problema.

A barragem do Alqueva veio alterar as disponibilidades de água, numa região usualmente muito afetada por secas e pela falta de água, essencialmente, nos períodos quentes e os tipos de agricultura que podem ser realizados, passando-se de uma agricultura de sequeiro para a possibilidade de se realizar agricultura de regadio.

A introdução da barragem do Alqueva trouxe diversos impactos para a região onde esta está instalada que podem advir da proximidade para com a barragem e da extensão e proximidade para com os perímetros de rega, relativamente às povoações da região.

Podem vir a ocorrer diversos impactos negativos como o aumento da suscetibilidade à desertificação das regiões situadas a montante, aumento da emissão de GEE como o dióxido de carbono e o metano, degradação da qualidade das águas com eutrofização estuariana e marinha e degradação das terras provocada pela salinização proveniente dos sistemas de irrigação.

Nas regiões que não se situam a montante parece haver uma tendência para a existência de condições menos adversas para o meio, que se podem traduzir numa menor suscetibilidade à desertificação destas mesmas regiões.

É ainda de realçar que nem todos os impactos provocados por este empreendimento foram devidamente analisados e previstos pelos EIA realizados antes da sua construção.

## Referências bibliográficas

**A desertificação em Portugal** [Em linha]. Lisboa: Lpn, 2012 . [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.lpn.pt/Homepage/O-que-fazemos/Projetos/ProjetosRealizados/List.aspx?tabid=2460&code=pt&ItemID=177#DesertPortugal>

ABDELFAHATTAH, Mahmoud Ali- **Land Degradation Indicators and Management Options in the Desert Environment of Abu Dhabi, United Arab Emirates**. In Soil Survey Horizons. [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 2009. [Consult. Em 18 Set. 2012]. Disponível em WWW: <https://www.crops.org/files/publications/soil-survey-feature-spring-2009.pdf>

ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis**. Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5

Agência Portuguesa do Ambiente- **Índice de Aridez** [Em linha]. Amadora: apa, 2012. [Consult. Em 28 Dez. 2012]. Disponível em WWW : <http://sniamb.apambiente.pt/portais/Indicadores/FichaIndicador.aspx?IndID=50>

ANDRADE, Rita; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Assessment os spatial variability of soil properties in áreas under land use change due to Alqueva dam construction. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISSN 2227-4359, (2012), pp 26-31

ARAÚJO, António; SILVA, Ana, [et al.]- **DAMS: Impacts and Hazards** [Em linha]. Évora: Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, 2002. [Consult. Em 10 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cge.uevora.pt/dams/proceedings-dams.pdf>

ARONSON, James; BAUTISTA, Susana; VALLEJO, Ramón- **Land Restoration to Combat Dsertification, Innovative Approaches, Quality Control and Project Evaluation**. Valencia, Spain: Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo – CEAM, 2009. ISBN: 978-84-921259-5-1

ARVELA, André; PANAGOPOULOS, Thomas, [et al.]- Analysis of landscape change following the constriction of the Alqueva dam, Southern Portugal- Approach and methods. **Recent Researches in Environmental Science and Landscaping**. Faro. ISSN 2227-4359, (2012), pp 42-47

AZAGRA, Andrés; MONGIL, Jorge; ROJO, Leopoldo- La Oasificación. **Oasificaión Contra la Desertificación**. [Em linha]. (2005). [Consult. Em 28 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.oasification.com/archivos/OASIFICACIÓN.pdf>

BAINBRIDGE, David A. - **A Guide for Desert and Dryland Restoration, New Hope for Arid Lands**. 1ª Edição. Washington, DC, USA: Island Press, 2007. ISBN 9781559639682

BUSHENKOV, Vladimir; FRAGOSO, Rui; MARQUES, Carlos- Usos Múltiplos da Água no Empreendimento de Alqueva: Uma Abordagem Multi-Objectivo. **Investigação Operacional**. [s.l.], nº. 28 (2008), pp 119-131

CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964

Censos Instituto Nacional de Estatística- **INE Censos Publicações** [Em linha]. Lisboa:INE, 2012. [Consult. Em 12 Set. 2012]. Disponível em WWW: [http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine\\_censos\\_publicacoes](http://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_publicacoes)

Climate change and water adaptation issues. **EEA Technical report** [Em linha]. n.º 2, 2007. [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: [http://www.medioambientecantabria.com/documentos\\_contenidos/18354\\_1.informe\\_tecnico\\_2007\\_1.pdf](http://www.medioambientecantabria.com/documentos_contenidos/18354_1.informe_tecnico_2007_1.pdf). ISSN 1725-2237

COLLET, Philippe- Conventions, Treaties and other responses to global issues. **Desertification**. London. Vol. 1 [s.d.]

COSTA, Ana Cristina Marinho- **Stochastic space-time models for the characterization of precipitation extreme values: A contribution to the study of the desertification phenomenon**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2009. Tese de Doutoramento, pp 39-40

DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

DREGNE, H. E; CHOU, Nang-Ting- Global desertification dimensions and costs. **Degradation and restoration of arid lands**. [Em linha]. Lubbock: Texas Tech. University, 1992. [Consult. Em 20 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.ciesin.org/docs/002-186/002-186.html>

DRENA, Empresa Geral de Fomento- Biótopo: Análise Geológica. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento Alqueva**. Lisboa: Drena, Empresa Geral de Fomento, 1986. Dossier E

DRENA, Empresa Geral de Fomento- Biótopo: Estudos Hidrológicos. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento Alqueva**. Lisboa: Drena, Empresa Geral de Fomento, 1986. Volume I. Dossier E

DRENA, Empresa Geral de Fomento- **Características climáticas gerais e regionais do sector português da bacia hidrográfica do rio Guadiana: monografia**. Lisboa: [s.n], 1985

Drena, Empresa Geral de Fomento- Ecossistemas Terrestres: Ecologia Vegetal. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento Alqueva**. Lisboa: Drena, Empresa Geral de Fomento, 1986. Dossier F

DRENA, Empresa Geral de Fomento- Ocupação humana na Z.A.P: Análise Estético-paisagística da Z.A.P. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento Alqueva**. Lisboa: Drena, Empresa Geral de Fomento, 1986. Dossier B

DRENA, Empresa Geral de Fomento- Ocupação humana na Z.A.P: Exploração da terra. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudos de Impacte Ambiental do Empreendimento Alqueva**. Lisboa: Drena, Empresa Geral de Fomento, 1986. Dossier B

DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964

Environment Management Group - **Global Drylands: A UN system-wide response**. [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011

ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável**. Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado

Instituto de Emprego e Formação Profissional – **Concelhos: Estatísticas Mensais** [Em linha]. [s.l.]: IEFP, 2012. [Consult. Em 28 Dez. 2012]. Disponível em WWW : <http://www.iefp.pt/estatisticas/MercadoEmprego/ConcelhosEstatisticasMensais/Paginas/Home.aspx>

Instituto Nacional de Estatística- **INE Biblioteca Digital** [Em linha]. Lisboa:INE, 2012. [Consult. Em 20 Ago. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_main](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_main)

Instituto Nacional de Estatística- **45. Área do solo suscetível e afetado pela desertificação** [Em linha]. Lisboa:INE, 2012. [Consult. Em 12 Nov. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.ine.pt/ngt\\_server/attachfileu.jsp?look\\_parentBoui=124267307&att\\_display=n&att\\_download=y](http://www.ine.pt/ngt_server/attachfileu.jsp?look_parentBoui=124267307&att_display=n&att_download=y)

Instituto Português do Mar e da Atmosfera [Em linha]. Lisboa: ipma, 2012. [Consult. Em 20 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <https://www.ipma.pt/pt/index.html>

KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7

**Land for Life**. Washington: Global Environment Facility, 2011

LEIGHTON, Michele – **Drought, desertification and mitigation: past experiences, predicted impacts and human rights issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 2011, pp 327-354. [Consult. Em 15 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <http://issuu.com/aemilius/docs/unesco-book-leighton-chapter-drought--desertificai>

LOUSADA, Sérgio António Neves- **Impactes das Áreas de Rega e da Barragem do Alqueva nas Temperaturas Regionais: Evidências no Sul da Península Ibérica**. Guimarães: Universidade do Minho-Escola de Engenharia, 2010. Tese de Doutoramento

MAIA, Rodrigo; VIVAS, Eduardo- A Gestão de Escassez e Secas Enquadrando as Alterações Climáticas. **Recursos Hídricos**. [s.l.]. Vol. 31, nº. 1. [s.d.], pp 25-37

MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009). [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

Ministry of Urban Affairs. Spatial Planning and the Environment – **Portugal's 2001 Third National Communication Under the United Nations Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Amadora: Instituto do Ambiente, 2003. [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc3.pdf> >. ISBN 972-8419-85-8

MIRANDA, Pedro; VALENTE, M. Antónia, [et al.]- O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. In SANTOS, F.D; MIRANDA, P- **Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de adaptação, Projecto SIAM II**. 1ª Edição. Lisboa: Gradiva, 2006. ISBN 989-616-081-3. pp 45-115

MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN "O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação"** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

**National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009 . [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)



NEVES, António; PEDROSO, Pedro- **Emprego, formação e desenvolvimento na região do Alentejo**. Évora: Instituto de Emprego e Formação Profissional, 1997. ISBN 972-732-355-2.

NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado,

NUNES, J; MARQUES, A, [et al.]- Modular Landscapes in Arid Climates Redefining Sustainability in Public Space. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

NUNES, J; SOUSA, M, [et al.]- Strategies for Water Management, a Global Irrigation Model. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

NUNES, J.M; COELHO, J.P, [et al.]- **Impacte da Prática Continuada do Regadio na Salinização do solo** [Em linha]. [s.d.] [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.cotr.pt/informacao/web2/Papers/37.pdf>

PAULO, A.A; ROSA, R.D, [et al.]- Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. **Natural Hazards and Earth System Sciences** [Em linha]. 2012, pp 1481-1491. [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/1481/2012/nhess-12-1481-2012.pdf>

**Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva**. [sl], 2004, Tomo 2

**Portugal's Second Report to be submitted to the Conference of Parties to the Framework Convention on Climate Change** [Em linha]. Lisboa: Ministry of the Environment, Institute of Meteorology, 1997. [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/pornc2.pdf> >. ISBN 972-9083-10-X

**Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990-2010**. Portuguese Environmental Agency. Amadora, 2012

Prosistemas- **Sistema global de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva : estudo prévio-relatório final, parecer técnico**. Lisboa: [s.n], 1996.

PYTLIK, Edward; DTONEY, Carol; WEBER, Fred- **Understanding Soil Conservation Techniques** [Em linha]. Virginia,USA: Volunteers in Technical Assistance , 1989. [Consult. Em 10 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM)

**Recenseamento Agrícola 2009- Análise dos Principais Resultados.** Instituto Nacional de Estatística. Lisboa, 2011. ISSN 870-8916

RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

**Relatório de Estado do Ambiente 2012** [Em linha]. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente I.P., 2012 . [Consult. Em 10 Fev. 2012]. Disponível em WWW: <http://sniamb.apambiente.pt/docs/REA/rea2012.pdf> >. ISBN 978-972-8577-61-2

**Revista Empreendimento de Fins Múltiplos Alqueva.** EDIA. Beja, [s.d.]

ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy.** Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6

ROSÁRIO, Lúcio- **Indicadores de Desertificação para Portugal Continental.** Lisboa: Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2004. ISBN 972-8797-55-7

ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecosistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment.** [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. pp 213-249

SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p 7. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional.** Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado

SEIA, Sociedade de Engenharia e Inovação, S.A - Estudo Integrado de Impacte ambiental do Empreendimento de Alqueva: Geologia e Tectónica, Paisagem, Arqueologia, Clima e Desertificação. In Drena, Empresa Geral de Fomento- **Estudo Integrado de Impacte Ambiental do Empreendimento de Alqueva.** Lisboa: SEIA, Sociedade de Engenharia e Inovação, S.A, 1995. Volume VI.

Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - **SNIRH > Dados de Base** [Em linha]. [s.l.]: SNIRH, 2012. [Consult. Em 14 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://snirh.pt/index.php?idMain=2&idItem=1>

UNITED NATIONS- Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries experiencing serious Drought and/or Desertification, particularly in Africa. **Intergovernmental Negotiating Committee for the Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Those Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa** [Em linha]. A/AC.241/27, 12 September 1994. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-eng.pdf>

[Consult. Em 20 Abr. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4690E/y4690e1t.jpg>

Legislação Consultada:

RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 69/99, de 09 de Julho, Diário da República – Série I-B, N.º 158, emitido pela Presidência do Conselho de Ministros.

## Anexos

### ANEXO A - As Terras Secas

As terras secas do mundo foram as primeiras áreas a ser povoadas das quais surgiram grandes impérios. Foi nessas regiões que se desenvolveram os conhecimentos de hidráulica e as primeiras tecnologias de irrigação.<sup>305</sup>

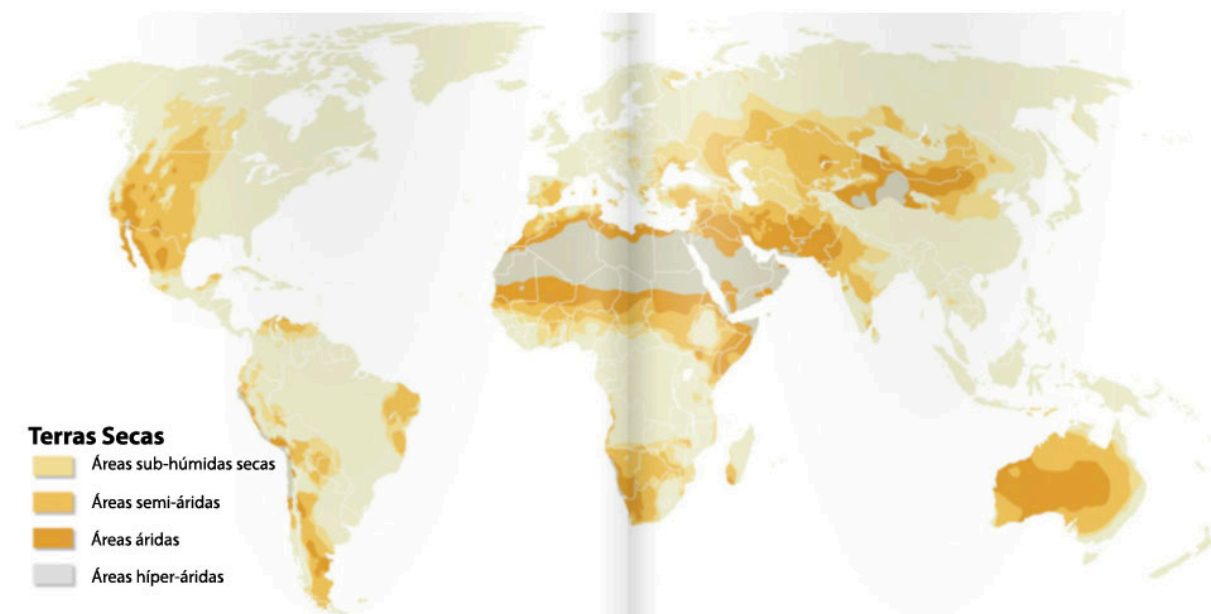


Figura 43: Distribuição e localização dos diferentes tipos de terras secas no mundo, Fonte: Adaptado de KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, pp 28-29

O clima dos biomas secos do mundo pode ser muito severo e as dificuldades de obter a sobrevivência dos seus recursos pode ser um problema maior ainda.<sup>306</sup>

A aridez é uma característica climática permanente das regiões com um baixo índice de precipitação, baixa humidade, grandes alterações climáticas, ventos fortes, radiação solar elevada, variações extremas da temperatura e padrões de chuva imprevisíveis. Nas terras áridas e semi-áridas existem sistemas que envolvem mecanismos com vários níveis de produção que lhes permitem sobreviver sob condições muito desfavoráveis, como as secas. O aumento da secura deve-se, possivelmente, a mudanças climáticas seculares e a um desgaste gradual natural dos solos.<sup>307</sup>

Conceptualmente as terras secas são difíceis de definir, mas pode dizer-se que estas se caracterizam por receberem quantidades de precipitação relativamente baixas ao longo dos anos. As terras secas são terras com um índice de aridez inferior a 0,65. O índice de aridez é uma medida da relação entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial total anual. Este índice permite subdividir as terras secas em quatro categorias diferentes:<sup>308</sup>

- Desertos hiper-áridos- índice de aridez inferior a 0,05;
- Terras áridas- índice de aridez entre 0,05 e 0,20;

<sup>305</sup> SABADELL, J; RISLEY, Edward- **Desertification in The United States, Status and Issues** [Em linha]. [s.l.]: [s.n.], 1982, p 10. [Consult. Em 5 Set. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/desertification0828saba#page/n0/mode/2up>

<sup>306</sup> *ibid*

<sup>307</sup> *ibid*

<sup>308</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response**. [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 22

- Terras semi-áridas- índice de aridez entre 0,20 e 0,50;
- Terras sub-húmidas secas - índice de aridez entre 0,50 e 0,65.

De acordo com o Millenium Ecosystem Assessment (MA) as terras secas cobrem cerca de 40% da superfície terrestre. Elas estão presentes em todos os continentes e ocupam uma grande diversidade de culturas e paisagens.<sup>309</sup>

Países como o Brasil, Rússia, Índia e China possuem terras secas, assim como o México e a África do Sul e também existem enormes áreas de terras secas na Europa, nomeadamente, junto ao Mediterrâneo e na Ásia Central, no entanto, as maiores preocupações a nível internacional advêm dos países pobres de África.<sup>310</sup>

As terras secas são rurais ou urbanas e são a “casa” de cerca de um bilião de pessoas, suportando algumas das maiores cidades do mundo como é o caso do Cairo, Cidade do México e Nova Deli.<sup>311</sup>

Estas terras têm três funções primárias a nível económico; são usadas como pastagens, cerca de 65% das terras inclusive desertos, como terras agrícolas de sequeiro e terras agrícolas irrigadas, cerca de 25%, e como floresta ou locais de vilas e cidades, cerca de 10%.<sup>312</sup>

A seguinte tabela faz uma síntese das principais características dos quatro tipos de terra seca.

Sub habitat seco	Índice de Aridez	Proporção de Área global (%)	Proporção da população global (%)	% pastagens	% cultivada	% outros (incluindo urbana)
Hiper-árido	< 0,05	6,6	1,7	97	0,6	3
Árido	0,05-0,20	10,6	4,1	87	7	6
Semi-árido	0,20-0,50	15,2	14,4	54	35	10
Sub-húmido	0,50-0,65	8,7	15,3	34	47	20
<b>Total</b>		<b>41,3</b>	<b>35,5</b>	<b>65</b>	<b>35</b>	<b>10</b>

Quadro 14: Síntese das principais características dos quatro tipos de terra seca, Fonte: Adaptado de KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: UNCCD, 2011. ISBN 978-92-95043-49-7, p 27

Nestas terras predomina também a escassez de água. Podem ocorrer grandes chuvadas, mas a taxa de precipitação não é constante, variando muito de estação para estação e de ano para ano.<sup>313</sup>

O uso insustentável das terras e da água, aliados com os impactos das alterações climáticas, conduzem a um aumento da degradação destas terras. Estima-se que aproximadamente 6 milhões de km<sup>2</sup>, cerca de 10%, destas terras, venham a sofrer de degradação. Esta degradação pode acentuar a erosão dos solos, levar ao esgotamento de nutrientes, à escassez de água, a alterações a nível de salinidade ou interromper os ciclos biológicos dos ecossistemas.<sup>314</sup>

Estima-se que cerca de 1-6% da população viva em terras secas, mas uma percentagem muito maior está sob ameaça de sofrer de mais desertificação.<sup>315</sup>

<sup>309</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response**. [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 22

<sup>310</sup> *ibid*

<sup>311</sup> *ibid*

<sup>312</sup> *op. cit.*, p 27

<sup>313</sup> *op. cit.*, p 30

<sup>314</sup> *ibid*

<sup>315</sup> *ibid*

Nas terras degradadas a produtividade agrícola está muito limitada. Nestas terras a água aproveitada pelas plantas com sucesso pode ser apenas 40 a 50% da quantidade total de chuva que chega aos solos. Se as terras estiverem severamente degradadas apenas 5% destas águas podem ser aproveitadas produtivamente.<sup>316</sup>

Cerca de 10 a 20% das terras secas estão atualmente já bastante degradadas.<sup>317</sup>

Os principais usos das terras secas são culturas de regadio, culturas de sequeiro e pastagens. O total de terras nesses três usos principais, além da área de terra híper-árida, dá a quantidade total das terras secas para cada país e continente. África tem a maior quantidade de terras híper-áridas, principalmente o Deserto do Sahara, seguida pela Ásia. Austrália e Nova Zelândia, em conjunto, são 83% das terras secas. No entanto não há terras híper-áridas na Austrália ou na Europa e muito poucas na América do Norte. A Índia, a antiga URSS, a China, o Paquistão, e os Estados Unidos são os cinco principais países com áreas de terra irrigada. Índia, antiga URSS, Austrália, Canadá e Estados Unidos são dos que mais fazem culturas agrícolas de sequeiro, enquanto que os que mais praticam pastoreio são a Austrália, a antiga URSS, a China, os Estados Unidos, e o Sudão. Nove países, Botsuana, Djibouti, Egito, Líbia, Mauritânia, Namíbia, Níger, Somália e Sahara Ocidental e 12 países asiáticos do Médio Oriente, Bahrein, Iraque, Israel, Jordânia, Kuwait, Líbano, Omã, Qatar, Arábia Saudita, Síria, e Iêmen, podem ficar inteiramente contidos em regiões áridas.<sup>318</sup>

Globalmente, a Austrália tem a maior quantidade de terras áridas e nenhuma delas é híper-árida. A URSS encontra-se em segundo lugar, novamente sem nenhum território híper-árido, seguida pela China, Estados Unidos e Arábia Saudita, onde mais de metade da sua área é híper-árida.<sup>319</sup>

As secas agrícolas podem existir mesmo quando os níveis de água não são baixos, se o solo tiver baixas taxas de fertilidade, baixas quantidades provenientes das colheitas e má manutenção do solo. Também o uso adaptado de variedades combinadas levam a que a água do solo não seja completamente utilizada pelas plantas para o seu crescimento.<sup>320</sup>

Nas regiões semi-áridas mais húmidas e sub-húmidas a taxa de precipitação em cada estação pode exceder as necessidades hídricas das culturas. No entanto, com solos pouco férteis, a taxa de produção das culturas é menor devido à menor capacidade que estas têm para aproveitar a água proveniente das chuvas. Ainda assim existem registos positivos de produtividade a longo prazo nalguns países com terras secas, em África.<sup>321</sup>

A maioria dos ecossistemas presentes nas terras secas são muito resistentes, mas também instáveis. A biomassa das plantas é adquirida devido à queda de chuva anual e não por acumulação de pressão. Existem bancos de sementes no interior dos solos que permitem que, caso haja danos

---

<sup>316</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response.** [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 30

<sup>317</sup> ADEEL, Zafar, [et al.]- **Ecosystems and Human Well- Being: Desertification Synthesis.** Washington: [s.n.], [s.d.]. ISBN 1-56973-590-5, p 1

<sup>318</sup> DREGNE, H. E; CHOU, Nang-Ting- Global desertification dimensions and costs. **Degradation and restoration of arid lands.** [Em linha]. Lubbock: Texas Tech. University, 1992. [Consult. Em 20 Ago. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.ciesin.org/docs/002-186/002-186.html>

<sup>319</sup> *ibid*

<sup>320</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response.** [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 30

<sup>321</sup> *ibid*

num determinado ecossistema, a vegetação recupere, mas não necessariamente com a mesma composição de espécies. Por exemplo, nas pastagens do Sahel as gramíneas perenes foram substituídas por gramíneas anuais depois da seca que decorreu entre 1969 e 1974.<sup>322</sup>

Mesmo com estas capacidades adaptativas que algumas espécies vegetais e animais possuem, nas regiões com terras secas degradadas, verifica-se que uma em cada três espécies que foi avaliada é classificada como ameaçada e uma em seis é classificada como em perigo ou criticamente em perigo. Para além disso o MA revelou que 15 dos 24 ecossistemas estudados estão em declínio.<sup>323</sup>

A resiliência destes ecossistemas já falada anteriormente pode ser vista no “reverdecer” que ocorreu ao longo de África. Dados obtidos através de satélites mostram que houve alterações inesperadas ao nível da sua magnitude e direção desde 1980, quando a recolha de dados começou a ser feita. Estes dados permitem avaliar os indicadores de produtividade biológica usando o Índice de diferença normalizada de vegetação (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI) ou índice de “verdura” que teve um aumento significativo na zona do Sahel Africano entre 1980 e 2003.<sup>324</sup>

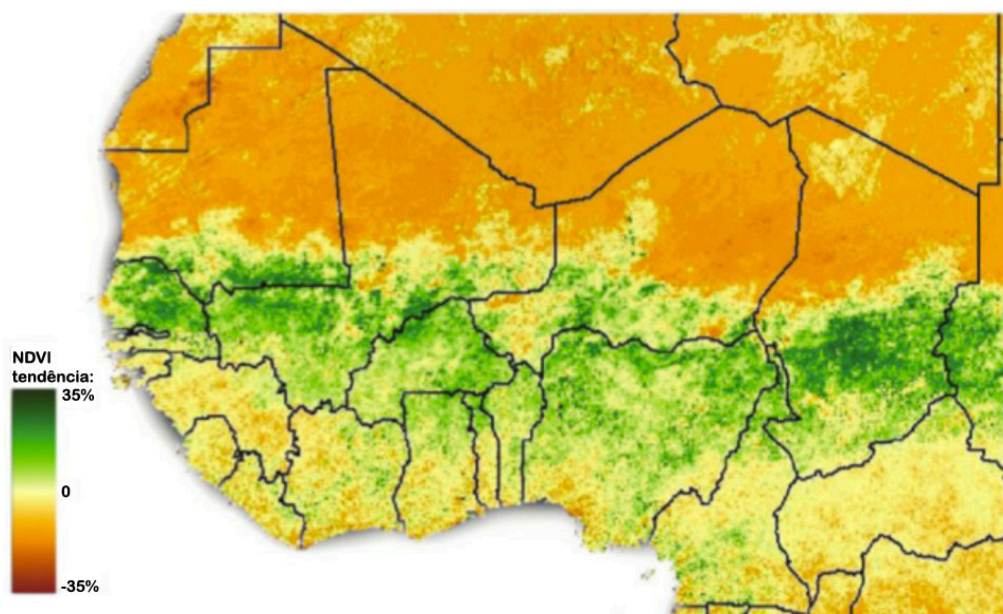


Figura 44: O “reverdecer” do Sahel entre 1982 e 2006, Fonte: Adaptado de **Global Drylands: A UN system-wide response**. [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 32

O facto da taxa de precipitação ter aumentado desde o ciclo de secas ocorrido até 1980 está também relacionado com este aumento de áreas verdes. No entanto, existem exceções a esta situação, levando a que surja a necessidade de fazer uma monitorização adequada nestas áreas.<sup>325</sup>

Foi realizado um estudo a grande escala usando os dados NDVI para conhecer a rede de produtividade primária (NPP), este estudo foi feito entre 1980 e 2003 concluindo-se que as terras

<sup>322</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response**. [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 31

<sup>323</sup> *op. cit.*, p 32

<sup>324</sup> *ibid*

<sup>325</sup> *op. cit.*, p 33

secas contribuem apenas 22% para a degradação das várias áreas do mundo. Excetuando a Austrália as terras secas não influenciam fortemente a degradação contínua das terras.<sup>326</sup>

## **ANEXO B - A importância do sequestro de carbono em ecossistemas de terras secas**

O solo serve de base a um desenvolvimento sustentável, pois desempenha funções de suporte físico e químico da vegetação e da vida animal, este regula a quantidade e a qualidade de água, o ciclo de nutrientes, a qualidade da paisagem e do clima. A interface solo/atmosfera é rica em interações ligadas com o carbono. Pensa-se que aproximadamente 80% do *stock* de carbono terrestre esteja contida nos solos sob a forma de matéria orgânica e de carbono mineral. As alterações induzidas no solo e as práticas de uso do solo são as causadoras de 12 a 42% do total de emissões de carbono.<sup>327</sup>

As plantas retiram o dióxido de carbono da atmosfera e transformam-no em biomassa vegetal através da fotossíntese. Parte desse carbono é emitido para a atmosfera, mas o que fica, partes vegetais mortas ou vivas, acima e abaixo do solo constituem um reservatório de carbono orgânico. Algum do material vegetal morto é incorporado no solo em húmus, aumentando assim a associação de carbono orgânico.<sup>328</sup>

A biomassa das plantas por unidade de área das zonas secas é baixa em comparação com muitos dos ecossistemas terrestres. Mas a maioria da superfície das terras secas tem a capacidade de sequestrar carbono globalmente. Em particular, o total de solos de terras secas possuem 27% das reservas globais de carbono orgânico do solo. As propriedades do solo, tais como a composição química da matéria orgânica do solo e da matriz na qual é realizada, determinam as diferentes capacidades da terra, para funcionarem como um armazém de carbono que tem consequências diretas para a captura de gases de efeito estufa. O facto de muitos dos solos de terras secas terem sido degradados significa que estão atualmente longe de estar saturados com carbono e o seu potencial para sequestrar o carbono pode ser muito elevado.<sup>329</sup>

O armazenamento de carbono nas terras secas contribui para mais de um terço do seu sequestro a nível mundial. Nalgumas regiões, como o Médio Oriente e África, uma proporção muito elevada de carbono está em terras secas, portanto quaisquer medidas de sequestro seriam necessárias para abordar os ecossistemas destas terras. Mesmo em regiões como a África e Sul da Ásia, onde as florestas húmidas contêm uma grande quantidade de carbono, o armazenamento de carbono é significativo nas terras secas.<sup>330</sup>

---

<sup>326</sup> **Global Drylands: A UN system-wide response.** [s.l.]: United Nations Environment Management Group, 2011, p 33

<sup>327</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment.** [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 222

<sup>328</sup> DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008** [Em linha]. 2008, p 1 [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

<sup>329</sup> *op. cit.*, p 2

<sup>330</sup> *op. cit.*, p 4



Região	Total de Carbono armazenado por região (Gt)	Carbono armazenado nas Terras secas (Gt)	Proporção do armazenamento de Carbono realizada em terras áridas a nível regional (%)
América do Norte	388	121	31
Gronelândia	5	0	0
América Central e Caraíbas	16	1	7
América do Sul	341	115	34
Europa	100	18	18
Norte da Eurásia	404	96	24
África	356	211	59
Médio Oriente	44	41	94
Sul da Ásia	54	26	49
Leste da Ásia	124	41	33
Sudeste da Ásia	132	3	2
Austrália/Nova Zelândia	85	68	80
Pacífico	3	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2053</b>	<b>743</b>	<b>36</b>

Quadro 15: Comparação entre o total de terras secas e o carbono armazenado nas regiões do mundo, Fonte: Adaptado de KIRBY, Alex; LANDMARK, Karen- **Desertification, A Visual Synthesis**. France: Adaptado de DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008** [Em linha]. 2008, p 4 [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

As mudanças de usos da terra e o seu grau de degradação são importantes fontes de gases de efeito de estufa no mundo, responsáveis por cerca de 20% das emissões. A degradação da terra leva a um aumento das emissões de carbono, tanto através da perda de biomassa, como quando a vegetação é destruída, como através da erosão do solo. A erosão leva a emissões de duas maneiras: reduzindo a produtividade primária, reduzindo-se assim nos solos o potencial de armazenar carbono e através de perdas diretas de matéria orgânica armazenada. Contudo nem todo o carbono em todo o solo erodido é devolvido imediatamente para a atmosfera, sendo que a erosão é, provavelmente, causadora de um aumento das emissões de carbono.<sup>331</sup>

Foram feitas uma série de estimativas da taxa de emissões de carbono devido à degradação da terra em zonas áridas em diferentes escalas. Na escala global estima-se que os ecossistemas das terras secas contribuíram entre 0,23-0,29 Gt de carbono por ano para a atmosfera, o que é cerca de 4% das emissões globais de todas as fontes combinadas.<sup>332</sup>

Foram também analisados os fluxos de carbono em savanas tropicais, tendo-se descoberto que as taxas de sequestro de carbono nesses ecossistemas podem ser, em média, de 0,14 Gt de carbono por hectare por ano, ou 0,39 Gt de carbono por hectare por ano. Concluindo-se que se as savanas fossem protegidas do fogo e do pastoreio, a maioria delas acumularia substancialmente mais carbono e a sua dissipação seria maior.<sup>333</sup>

As terras secas são muito vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas e aos impactos destas mesmas alterações, estas áreas podem conduzir a emissões de carbono adicionais. Qualquer

<sup>331</sup> DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008** [Em linha]. 2008, p 5 [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

<sup>332</sup> *ibid*

<sup>333</sup> *ibid*

falha adicional do crescimento das plantas, devido ao aumento da temperatura, reduziria ainda mais as entradas de carbono para o solo, acelerando a sua degradação.<sup>334</sup>

## **ANEXO C - Índices de Seca**

O Índice de Severidade de Seca de Palmer, PDSI e o Índice de Precipitação Padronizada, SPI, são largamente utilizados na monitorização de secas e têm sido testados em todo o mundo. O Índice de Evapotranspiração Normalizada da Precipitação (SPEI) inclui precipitação e evapotranspiração potencial (ETP) na sua constituição, que podem expressar a relação entre oferta e procura de água e podem acomodar influências de alterações climáticas. Diferentemente, o MedPDSI, que é uma modificação do PDSI para condições mediterrânicas, foi desenvolvido para adotar uma formulação atualizada do balanço hídrico e considerar a evapotranspiração real em vez de ETP, aproximando-se assim melhor do comportamento natural e artificial dos ecossistemas, em termos de oferta e procura de água.<sup>335</sup>

O PDSI baseia-se no conceito de fornecimento da procura de água no solo aplicado a duas camadas de um modelo de solo, utilizando a precipitação mensal e dados de ETP. As bases de índice mediante o cálculo da saída de humidade entre a precipitação real e a precipitação prevista ocorrem para as condições médias do clima, o que implica a realização de um balanço hídrico mensal e a calibração dos coeficientes locais mensais para os vários termos do balanço hídrico do solo.<sup>336</sup>

## **ANEXO D - Estudos e projetos sobre desertificação na Europa**

Nos últimos vinte anos foram desenvolvidos vários projetos financiados e ou co-financiados pela União Europeia e outras instituições.<sup>337</sup>

- MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) - Apareceu para fazer face ao crescente interesse académico em relação aos problemas graves do ambiente como a erosão, a degradação dos solos, a perda de biodiversidade e escassez de água quer em qualidade, quer em quantidade, nos países europeus Mediterrânicos.<sup>338</sup>

O principal objetivo deste projeto era analisar e perceber quais eram os processos responsáveis pela degradação ambiental provenientes da pressão no meio feita pelo ser humano, podendo levar à desertificação. Foram tidos em conta fatores como o clima, o solo e as atividades económicas centradas na agricultura.<sup>339</sup>

---

<sup>334</sup> DICKSON, Barney; RAVILIOUS, Corinna; TRUMPER, Kate- Carbon in Drylands: Desertification, Climate Change and Carbon Finance. **A UNEP-UNDP-UNCCD Technical Note for Discussions at CRIC 7 Istanbul, Turkey - 03-14 November, 2008** [Em linha]. 2008, p 6 [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://archive.org/stream/carbonindrylands08unep#page/1/mode/2up>

<sup>335</sup> PAULO, A.A; ROSA, R.D, [et al.]- Climate trends and behaviour of drought indices based on precipitation and evapotranspiration in Portugal. **Natural Hazards and Earth System Sciences** [Em linha]. 2012, p 1482. [Consult. Em 10 Jan. 2013]. Disponível em WWW: <http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/12/1481/2012/nhess-12-1481-2012.pdf>

<sup>336</sup> *op. cit.*, p 1484

<sup>337</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 31

<sup>338</sup> *ibid*

<sup>339</sup> *ibid*

Este projeto teve uma duração de sete anos, iniciou-se em 1991 e terminou em 1998, teve três fases, MEDALUS, I, II e III e esteve inserido em dois programas Comunitários.<sup>340</sup>

Participaram universidades e instituições de 8 países, Bélgica, Espanha, França, Holanda, Grécia, Itália, Portugal e Reino Unido e o projeto foi coordenado por John Thornes.<sup>341</sup>

- DESERTLINKS (Combating Desertification in Mediterranean Europe: Linking Science with Stakeholders)- Este projeto surge num período em que se desenvolveram estratégias de combate à desertificação e esperava-se que os países afetados desenvolvessem técnicas de monitorização e Planos de Ação Nacional para as escalas nacional e regional envolvendo *stakeholders*.<sup>342</sup>

O principal objetivo do projeto é o desenvolvimento de um Sistema de Indicadores de Desertificação.<sup>343</sup>

O projeto teve a duração de três anos, tendo-se iniciado em 2001 e terminado em 2004.<sup>344</sup>

Neste projeto participaram 11 universidades e instituições de 6 países, Reino Unido, Itália, Holanda, Grécia, Espanha e Portugal e Nichola Geeson e Jane Brandt foram os seus coordenadores.<sup>345</sup>

- DESERTWATCH- Este projeto surge após a ratificação da Convenção de Combate à Desertificação e da necessidade de se reunir informação *standard* com base em sistemas de Detecção Remota de observação da terra para os Programas de Ação Nacionais, Sub Regionais e Regionais.<sup>346</sup>

O projeto durou 2 anos tendo-se iniciado em 2004 e foi financiado pela Agência Espacial Europeia (ESA) através do Programa Data User Element-Earth Observation Envelope.<sup>347</sup>

A coordenação do projeto é feita pela ACS (Advanced Computer Systems Spa), situada na Itália, sendo as restantes instituições provenientes de países como Espanha, Holanda e Alemanha.<sup>348</sup>

O projeto foi relançado em 2009 sob o nome DeserWatch Extension com o principal objetivo de elaborar cartografia à escala nacional, regional e local para Portugal, Moçambique e Brasil.<sup>349</sup>

-DESIRE (Desertification Mitigation and Remediation of Land - A global approach for local solutions) - Surge da necessidade de obter abordagens de forma integrada para tentar prevenir e reduzir a expansão da desertificação.<sup>350</sup>

---

<sup>340</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 32

<sup>341</sup> *ibid*

<sup>342</sup> *ibid*

<sup>343</sup> *ibid*

<sup>344</sup> *ibid*

<sup>345</sup> *op. cit.*, p 33

<sup>346</sup> *ibid*

<sup>347</sup> *ibid*

<sup>348</sup> *ibid*

<sup>349</sup> *ibid*

Inicialmente foi feito um inventário do conhecimento sobre a degradação de terras à escala local, havendo um trabalho com a população residente e cientistas que tinham como objetivo estudar técnicas e métodos de prevenção de degradação do solo ao nível das regiões.<sup>351</sup>

O projeto durou 60 meses, tendo tido início em 2007 e foi coordenado por Coen Ritsema, contando com a participação de 28 Centros de Investigação, Organizações Não-Governamentais e decisores políticos de 20 países que trabalham em 18 áreas do sul da Europa, Austrália, Chile e Estados Unidos da América. Nestas áreas existem problemas de erosão do solo provocada pelo vento e pela água, salinização, secas e cheias. Portugal também participa neste projeto através da Escola Superior Agrária de Coimbra.<sup>352</sup>

- DISMED- Entre 2001 e 2003 foi criado um projeto no quadro da Convenção de Combate à Desertificação intitulado Sistema de Informação em Desertificação no Mediterrâneo, DISMED.<sup>353</sup>

O principal objetivo deste programa é a formação de um sistema de informação operacional para apoio às necessidades dos Programas de Ação Nacional e Regional para combate à desertificação no Mediterrâneo, aplicando medidas e políticas para o efeito.<sup>354</sup>

Foi definido um núcleo de instituições a funcionar para o DISMED em Portugal, incluindo a DGF – Direcção-Geral das Florestas e outras instituições públicas que produzem ou desenvolvem cartografia de apoio à produção dos indicadores de desertificação; EAN (Estação Agronómica Nacional), a DGOTDU (Direcção-Geral do Ordenamento e Desenvolvimento Urbano), o IDRHa (Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica Agrícola), o IGP (Instituto Geográfico Português), o IM (Instituto de Meteorologia), o INAG (Instituto Nacional da Água) e o INE (Instituto Nacional de Estatística).<sup>355</sup>

Mais tarde, resultado de uma estrutura mais alargada do DISMED, criou-se, em 2003, a Organização Científica Portuguesa para o Combate à Desertificação, OCPCD.<sup>356</sup>

- ROSELT- É um programa implementado pelo observatório do Sahara e do Sahel (OSS), uma organização internacional com sede na Tunísia.<sup>357</sup>

Ele inclui uma série de redes de observatórios à escala regional da área geográfica do OSS, na África, e abrange três sub-regiões; Norte de África, África Ocidental e África Oriental. Na escala regional, o programa ROSELT conta com o compromisso dos países africanos para adquirir em

---

<sup>350</sup> <sup>350</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 33

<sup>351</sup> *op. cit.*, p 35

<sup>352</sup> *op. cit.*, p 36

<sup>353</sup> ROSÁRIO, Lúcio- **Indicadores de Desertificação para Portugal Continental**. Lisboa: Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2004. ISBN 972-8797-55-7

<sup>354</sup> *ibid*

<sup>355</sup> *ibid*

<sup>356</sup> *ibid*

<sup>357</sup> CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964, p 10

conjunto uma ferramenta de gestão transfronteiriça que abrange toda a área, ao concordar com interesses nacionais, sub-regionais e regionais.<sup>358</sup>

Esta rede visa a organização de uma gestão ambiental científica com dois objetivos, primeiro, caracterizar as causas e efeitos da degradação da terra, e, segundo, entender melhor os mecanismos que levam à desertificação. Além disso, ele é projetado para fornecer dados fiáveis sobre a degradação da terra nas regiões áridas, bem como os indicadores relevantes de desertificação biofísicos e sócio-económicos.<sup>359</sup>

## **ANEXO E - Estabilização de areias e dunas móveis**

A fixação mecânica é normalmente essencial para a estabilização de curto e médio prazo de areia e dunas móveis de forma sustentável. Esta técnica imobiliza areia o tempo suficiente para que a vegetação crie raízes.<sup>360</sup>

Esta técnica é recomendada quando as áreas de proteção têm solos salinos e níveis de precipitação inferiores a 60 mm/ano. Isto inclui todas as técnicas concebidas para a estabilização de massas de areia em movimento e para a prevenção de deposição de areia. Há três categorias gerais; criação de vedações, cobertura da superfície com *mulch* e o método aerodinâmico.<sup>361</sup>

Os principais objetivos são imobilizar a areia em áreas de origem de pequeno porte, e imobilizar dunas estabilizando a areia no lado a barlavento.<sup>362</sup>

O movimento da areia provocada pelo vento origina muitos danos nas zonas áridas. A conservação de ervas existentes e de outras plantas é necessária para manter a areia no seu lugar. Existem dois procedimentos para fixar dunas, biológicos ou físicos. A preferência deve ser dada ao procedimento biológico, no entanto, algumas construções físicas são necessárias, frequentemente, para que as plantas se estabeleçam inicialmente.<sup>363</sup>

Quanto mais exposta está uma zona ao vento, mais difícil será aí estabelecer vegetação. A proteção física pode, frequentemente, ser necessária e devem ser conhecidas as árvores e arbustos nativos que tenham grande resiliência. Neste sentido a vegetação indígena deve receber prioridade perante as exóticas, particularmente em projetos a larga escala.<sup>364</sup>

A utilização de vedações proporciona a criação de um obstáculo linear à força do vento predominante, diminuindo assim a sua velocidade, reduzindo a sua capacidade de carga, enquanto bloqueia a areia e forçando a deposição desta na vizinhança da vedação. Isto leva à formação de um bloqueio artificial da duna, se a vedação estiver orientada perpendicularmente em relação ao vento

---

<sup>358</sup> CARON, Patrick; DESJARDINS, Mélanie- **Is combating desertification an environmental global public good? Elements of an answer...** . Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°1. Montpellier, France, 2005. ISSN 1772-6964, p 10

<sup>359</sup> *ibid*

<sup>360</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification.** Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 25

<sup>361</sup> *ibid*

<sup>362</sup> *ibid*

<sup>363</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings.** Tallinn, Estonia, 2011

<sup>364</sup> *ibid*

predominante, ou a um bloqueio de duna cônica quando esta é orientada 120-140° em relação à direção do vento.<sup>365</sup>

A eficiência de uma vedação depende da permeabilidade do vento, isto é, a velocidade do vento tem que ser reduzida sem gerar vórtices. Ela depende da orientação da vedação no que diz respeito à direção do vento predominante e do seu perfil e plano (tiras lineares, cruces, círculos) sobre os tipos de depósitos de areias em torno, e dos tratamentos preliminares das superfícies a serem protegidas.<sup>366</sup>

Também depende do posicionamento da vedação, a sua porosidade, a qual por sua vez depende da sua densidade, com a porosidade ótima estimada em 40-50%. Nos sistemas com ventos violentos multidirecionais com formação de vórtices, a vedação deve ser complementada através da criação de malhas quadriculadas em toda a área entre duas cercas sucessivas, podem também ser usadas sebes vegetais de efeito rápido como primeiro passo de um programa global de reflorestamento da área das dunas.<sup>367</sup>

As condições de abastecimento de materiais e os custos são cruciais no que diz respeito às escolhas das vedações. Grelhas feitas com materiais vegetais são relativamente caras e podem rapidamente apodrecer ou queimar. Cercas de folhas de palmeira trançadas são usadas em oásis e na região do Sahel, dependendo dos recursos locais disponíveis e usos tradicionais. A vantagem é que podem durar de 3-4 anos, ou mais tempo, se forem cuidadosamente mantidas para assegurar que elas não caiam ou se soltem, ou que não abram buracos. Além disso, elas devem ser periodicamente levantadas pela instalação de uma nova vedação sobre a anterior até que o perfil artificial da duna formada se torne equilibrado.<sup>368</sup>

Ramos de tamargueira (*Tamarix* spp.), *Retama raetam* ou *Leptadenia pyrotechnica*, assim como resíduos de culturas (por exemplo, talos de milheto) são materiais que podem ser utilizados nestas vedações.<sup>369</sup>

Estas vedações podem ser feitas também de materiais sintéticos, mas são geralmente mais caras e menos eficientes que as feitas com materiais vegetais.<sup>370</sup>

A colocação de uma cobertura de superfície de *mulch* com produtos lenhosos secos ou resíduos de culturas como a palha, sorgo ou trigo, protege o solo e melhora a sua estrutura através da entrada de matéria orgânica. Os resíduos vegetais são o melhor material para utilizar como *mulch*, quando localmente disponíveis e baratos.<sup>371</sup>

Uma fina camada de proteção só é eficaz sob condições de vento leve. Ventos fortes podem aumentar o transporte de partículas, criando turbulência em torno da palha. A quantidade de cobertura necessária varia de acordo com a textura de areia sendo que, procedimentos de aplicação

---

<sup>365</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 26

<sup>366</sup> *ibid*

<sup>367</sup> *ibid*

<sup>368</sup> *op. cit.* p 28

<sup>369</sup> *ibid*

<sup>370</sup> *op. cit.* p 29

<sup>371</sup> *op. cit.* p 30

variam dependendo da textura do material de cobertura do solo, por exemplo, uma camada de cobertura que é muito fina deve ser compactada, enterrada ou misturada com um agente de ligação para a formação de argamassa de argila e palha.<sup>372</sup>

Quando os materiais usados são muito grosseiros pode criar-se uma superfície áspera e assim, facilitar a absorção de areia pelo vento. O solo deve, assim, ser escarificado com *mulch* para aumentar a sua eficiência.<sup>373</sup>

Os métodos de escavação aerodinâmica de areia são uma técnica usada para retirar a areia através da força e da velocidade do vento. As instalações não devem dificultar a circulação de areia.

Este tipo de remoção de areia é baseado no efeito aerodinâmico das modificações da velocidade e direção do vento, em acelerações ou turbulências que permitem que o vento possa remover areia acumulada havendo, no entanto, um aumento da sua capacidade de carga.<sup>374</sup>

Para atenuar os efeitos negativos do vento podem também ser usados quebra-ventos que são coberturas parciais com uma ou várias linhas de árvores e/ou arbustos. Essas barreiras reduzem a velocidade do vento e a turbulência na sua vizinhança, tanto a montante como a jusante. A sua eficácia varia de acordo com:<sup>375</sup>

- O perfil da faixa de vegetação;
- A permeabilidade desta faixa de vegetação;
- O potencial de irrigação e/ou drenagem;
- A área a ser protegida.

Os quebra-ventos podem também produzir sombra, reduzir a evapotranspiração e ajudar a moderar as temperaturas extremas. As vedações florestais, já mencionadas anteriormente, implicam o uso de uma faixa de vegetação ampla, possuem mais linhas de árvores e arbustos que as encontradas nos quebra-ventos. Nestas plantações podem ser encontradas três zonas; uma zona a barlavento, desde a qual o vento sopra; a zona a sotavento, do lado onde o vento passa e uma zona protegida onde os efeitos quebra-vento ou da barreira vegetal são experimentados. Na redução da velocidade do vento, barreiras estreitas podem ser tão efetivas como as largas, tendo a vantagem de ocuparem menos terra. É importante conhecer e estudar os ventos locais e conhecer a direção e força dos ventos. As barreiras de vegetação devem estar dispostas perpendicularmente à direção dos ventos predominantes para que se obtenha um máximo de eficácia.<sup>376</sup>

Estudos demonstraram que os quebra-ventos não têm nenhum efeito após uma distância equivalente a 15 - 25 vezes a sua altura de acordo com a relação da velocidade e observou-se que algumas espécies de plantas usadas em quebra-ventos, como *Cassia siamea* (árvore), são mais

---

<sup>372</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 29

<sup>373</sup> *ibid*

<sup>374</sup> *op. cit.* p 32

<sup>375</sup> *op. cit.* p 35

<sup>376</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

eficazes na redução da erosão do vento e da perda de solo que outras como *Andropogon gayanus* ou *Oxytenanthera* (gramíneas perenes).<sup>377</sup>

Sob um regime de ventos monodirecional, as barreiras de vegetação devem ser orientadas em ângulo reto com a direção predominante do vento. Nos sistemas bidireccionais de vento, estas devem ser perpendiculares às dos ventos e assim, no caso de dunas lineares (*Seif* dunas), orientados obliquamente em relação às dunas.<sup>378</sup>

Também os resultados de várias experiências revelaram que sucessões de quebra-ventos têm um impacto substancialmente positivo na produtividade das culturas, apesar da sombra que produzem e da competição das raízes.<sup>379</sup>

Os quebra-ventos podem estar escalonados de tal forma que eles estejam em conformidade com os limites estabelecidos, como as fronteiras de campos, estradas, trilhos, riachos e outros elementos naturais ou feitos pelo homem.<sup>380</sup>

A arborização com plantação de vegetação arbustiva ou baseada em árvores, depois de gramíneas perenes terem sido semeadas, é o método mais eficiente para a estabilização de areia e dunas, a longo prazo, mas as espécies vegetais utilizadas devem ser cuidadosamente selecionadas.<sup>381</sup>

Para a fixação das dunas lineares a plantação deve ser feita nos corredores interdunares e na metade inferior das duas pistas das dunas e não, como é muitas vezes feito, sobre a duna inteira.<sup>382</sup>

Os efeitos abrasivos de grãos de areia pelo vento que atingem a superfície das folhas e brotos jovens, junto com o descascamento das raízes por deflação e o enterro de plantas debaixo da areia são os maiores problemas para a arborização.<sup>383</sup>

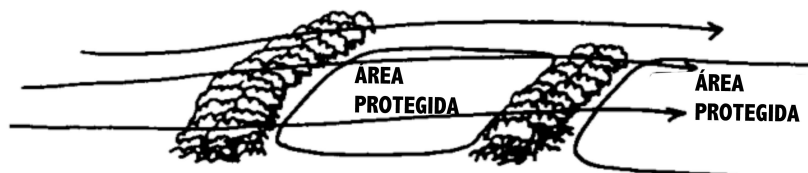


Figura 45: Estabilização de areia, Fonte: Adaptado de PYTLIK, Edward; DTONEY, Carol; WEBER, Fred- **Understanding Soil Conservation Techniques** [Em linha]. Virginia,USA: Volunteers in Technical Assistance , 1989. [Consult. Em 10 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM)

<sup>377</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 36

<sup>378</sup> *ibid*

<sup>379</sup> *ibid*

<sup>380</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>381</sup> DUMAY, Frédéric; MAINGUET, Monique- **Fighting wind erosion. one aspect of the combat against desertification**. Les dossiers thématiques du CSFD. CSFD/Agropolis International. N°3. Montpellier, France, 2011. ISSN 772-6964, p 36

<sup>382</sup> *ibid*

<sup>383</sup> *ibid*



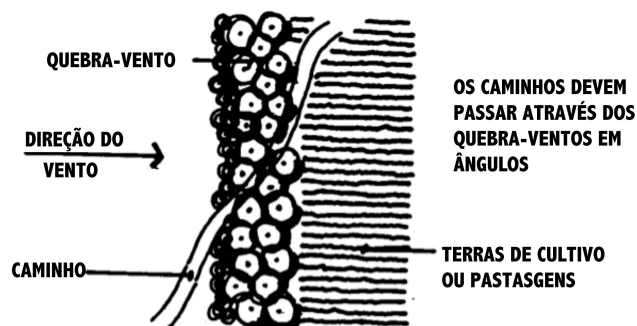


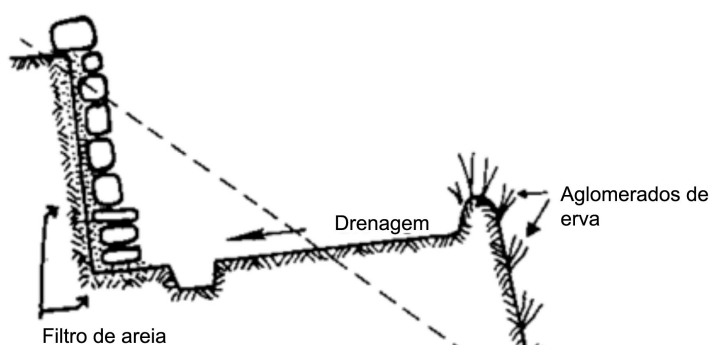
Figura 46: Representação esquemática do funcionamento de um quebra-vento, Fonte: Adaptado de PYTLIK, Edward; DTONEY, Carol; WEBER, Fred- **Understanding Soil Conservation Techniques** [Em linha]. Virginia,USA: Volunteers in Technical Assistance , 1989. [Consult. Em 10 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM)



Figura 47: Representação esquemática de uma barreira quebra-vento padrão, Fonte: Adaptado de PYTLIK, Edward; DTONEY, Carol; WEBER, Fred- **Understanding Soil Conservation Techniques** [Em linha]. Virginia,USA: Volunteers in Technical Assistance , 1989. [Consult. Em 10 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.cd3wd.com/cd3wd\\_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM](http://www.cd3wd.com/cd3wd_40/vita/soilcons/EN/SOILCONS.HTM)

## ANEXO F - Banco Mediterrânico ou terraço radical

Estes terraços são vistos mais frequentemente em redor das montanhas da bacia do Mediterrâneo, mas também em Peruvian Andes no Bali, Indonésia e na China, em lugares onde há um pequeno nível de terra ou onde as culturas podem crescer através da irrigação e ser depois exportadas.<sup>384</sup>



Os bancos são feitos com um tubo de subida vertical reforçado com pedras ou plantas e por um terraço com uma ligeira inversão da inclinação, com a possibilidade da irrigação e da drenagem descenderem a encosta.<sup>385</sup>

Figura 48: Representação esquemática de um terraço radical, Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 140

<sup>384</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 140

<sup>385</sup> *ibid*

As vantagens inerentes à sua utilização são as seguintes:<sup>386</sup>

- Os bancos criam áreas planas e suprimem a erosão laminar,
- Permitem o investimento em terras de forte inclinação levando a uma maior produtividade,
- Aumentam a água disponível para as culturas,
- Tornam a irrigação possível através do aproveitamento da água da montanha e do escoamento nos tirantes.

No entanto também apresentam algumas desvantagens pois a sua construção é muito dispendiosa, aumentam os riscos de deslizamentos de terra, pois promovem a absorção mais próxima das rochas e os riscos de lixiviação de nutrientes solúveis são aumentados, reduzindo o escoamento superficial.<sup>387</sup>

### ANEXO G - Micro terraceamento por degraus

O método tradicional do micro terraceamento é diretamente derivado do método anteriormente referido, e consiste em escavar medidas de 50 cm de largura, que são então transferidas 25 cm em cada ano, com o objetivo de manter uma superfície áspera e permitir o crescimento das plantas durante o período de pousio. Este método exerce um travão no escoamento de energia em declives de até 80%, mas não impede a cobertura do solo de rastejar lentamente para baixo devido à erosão mecânica seca.<sup>388</sup>

### ANEXO H - Terraceamento descontínuo florestal por degraus

Há uma variante na zona árida em que apenas uma parte da encosta é de terraços, para coletar o escoamento sobre os bancos e estimular a absorção completa de águas pluviais e recuperação de escoamento. Isto significa que a água de tempestades mais leves e médias é absorvida completamente pela faixa de terra cultivada. No entanto, o método não prevê um sistema de drenagem que permita que a água em excesso possa ser evacuada durante as tempestades excecionalmente pesadas, que são tão perigosas em torno do Mediterrâneo.<sup>389</sup>

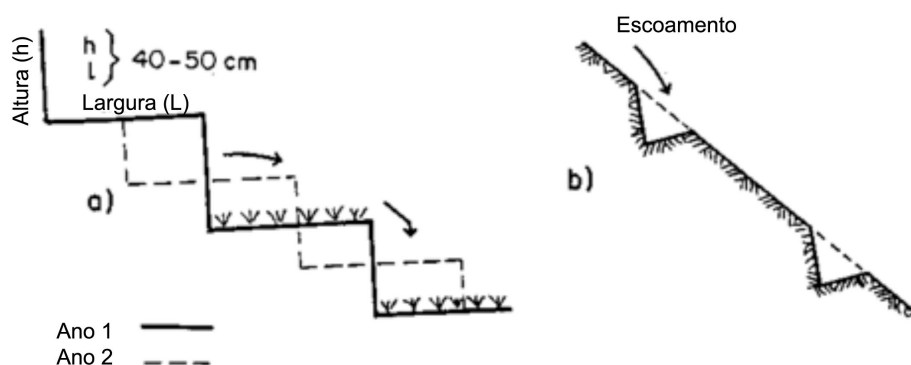


Figura 49: Microterraceamento por degraus (a), Terraceamento descontínuo florestal por degraus (b), Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 141

<sup>386</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, pp 140-141

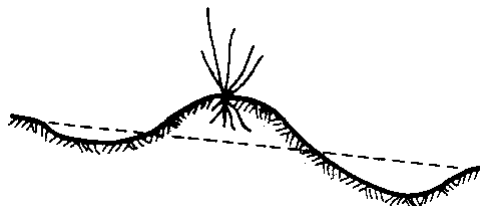
<sup>387</sup> *op. cit.* p 141

<sup>388</sup> *ibid*

<sup>389</sup> *ibid*

## ANEXO I - Utilização de estruturas de desvio do escoamento e de estruturas para dissipar a sua energia no controlo da erosão

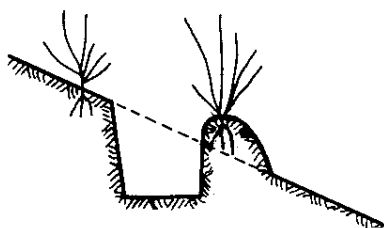
Os diques de desvio de terra são eficazes em declives suaves (1-8%), requerem manutenção e



estabilização com relva e arbustos, requerem controlo de roedores e animais escavadores e não são adequados para vertissolos e outros solos que racham na estação seca.<sup>390</sup>

Figura 50: Representação esquemática de um dique de desvio, Fonte:

ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 142

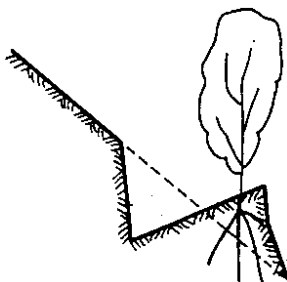


Por vezes o fosso de desvio é eficaz para drenagem em encostas íngremes, permite a irrigação de pastagens através de transbordamento e subordinação e aumenta o risco de deslizamentos de terra se aumentar a infiltração.<sup>391</sup>

Figura 51: Representação esquemática de um fosso de desvio,

Fonte: ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO,

1996. ISBN 92-5-103451-6, p 142



O terraço florestal é adequado para o reflorestamento em zonas de montanha degradadas, permite que as plantas tenham um bom começo e exige o plantio simultâneo de sub-andares de plantas de reforço (leguminosas, trevo, Sylla).<sup>392</sup>

Figura 52: Representação esquemática de um terraço florestal,

Fonte: ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN

92-5-103451-6, p 143

A utilização de relva reduz o escoamento para 30 ou 60% e a erosão a 30% e até mesmo 10%.<sup>393</sup>

Sebes compostas de duas ou três linhas escalonadas de gramíneas ou arbustos também são muito eficazes como microbarragens permeáveis.<sup>394</sup>

Depois de alguns anos, as microbarragens (faixas de relva, cercas, etc) produziram terraços graduais divididos por íngremes bancos protegidos por um relvado de ervas. A este processo dá-se o nome de complexo de tirantes de relva.<sup>395</sup>

<sup>390</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 142

<sup>391</sup> *ibid*

<sup>392</sup> *op. cit.* p 143

<sup>393</sup> *op. cit.* p 146

<sup>394</sup> *ibid*

<sup>395</sup> *op. cit.* p 147

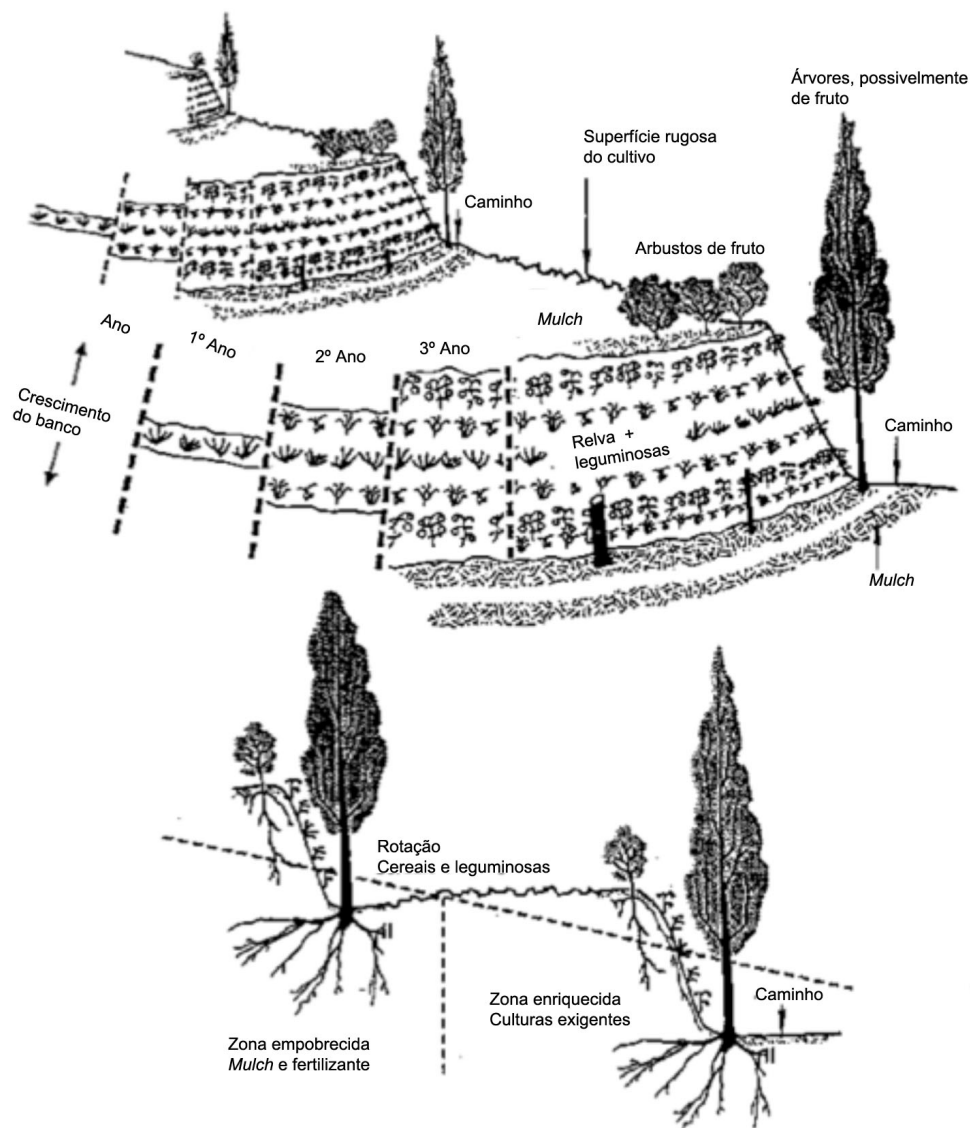


Figura 53: Representação esquemática de um complexo de tirantes, Fonte: Adaptado de ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 147

A figura 53 mostra o desenvolvimento de um tirante numa encosta num declive de 20 a 60% ao longo de um período de cinco a dez anos, período durante o qual se atinge uma altura máxima de 1 a 1,5 metros, após o qual há um maior risco de destruição de tocas de animais, formação de barrancos e deslizamentos de terra e também de problemas agrícolas.<sup>396</sup>

A utilização de linhas de pedras, estacas, relva ou palha inclui as linhas de barreira estabelecidas ao longo das linhas das curvas de nível e permeáveis ao escoamento laminar. Muitos exemplos podem ser vistos em áreas semi-áridas do Sahel, Burkina Faso e Níger. Linhas de pedra retardam o escoamento de modo a que ele se espalhe laminarmente com vários centímetros de profundidade, causando assim a sedimentação das partículas de areia e, em seguida, das partículas mais finas que tendem a obstruir a superfície. As linhas filtram a água, apanhando palha, fezes de animais que caíram durante a estação seca em pastagens, e vários tipos de resíduos orgânicos flutuantes. Isto cria um depósito localizado de fertilizantes na área de sedimentação e na área regada. Elas aumentam o potencial de produção, concentrando a água e os nutrientes através de uma área

<sup>396</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 147

de 2 a 6 metros de largura acima da barreira e redistribuindo-o abaixo quando há água em excesso.<sup>397</sup>

A disposição da vegetação em bandas em paralelo ao longo das curvas de nível cria uma densa faixa de vegetação que, para além de parar ou abrandar o escoamento, também retém partículas de solo suspensas na água que foram dele removidas de áreas mais expostas entre as faixas. O espaçamento destas faixas depende maioritariamente do ângulo da inclinação do talude e das condições de erosão no local. A nível de seleção de plantas devem usar-se, prioritariamente, espécies nativas, pois estas plantas reduzem a percentagem de terra sem estar cultivada e elas estão também destinadas a aumentar a produtividade da área total. Muitas espécies diferentes podem ser usadas, frequentemente combinadas.<sup>398</sup>

## **ANEXO J - Fixação biológica de pequenos barrancos**

A erosão de pequenos barrancos varia consideravelmente de região para região dependendo da extensão da degradação. Se vegetação lenhosa continua a constituir uma armadura protetora para o fundo do vale, mas demonstra sinais de fraqueza nalguns locais, devem ser tomadas medidas preventivas e o desenvolvimento de agricultura no fundo do vale deve ser restringido. Uma vez que o barranco tenha começado a cortar a parte de baixo, o equilíbrio rompe-se e terá de ser restaurado.<sup>399</sup>

O principal objetivo desta intervenção é geralmente o de melhorar a produtividade agrícola ou florestal explorando a aluvião que se acumula por trás de cada fundo de barranco. Desde fenómenos de torrentes que são quase insignificantes, esses depósitos, muitas vezes têm um alto potencial produtivo.<sup>400</sup>

Existe também o objetivo de reduzir a carga sólida e a regulação dos fluxos. Este aspeto refere-se especialmente a setores a jusante da área tratada. Ciente das condições ambientais e do material vegetal disponível, o tratamento biológico de barrancos deve ser salientado. O instrumento de base é uma soleira de plantas vivas feita transversalmente à vala. Esta abordagem é baseada na técnica de cobertura com mudas/estacas plantadas próximas umas das outras.<sup>401</sup>

Vários tipos de material de plantas são usados na construção de uma soleira; estacas grandes de espécies lenhosas e plantas tais como o sisal e gramíneas para quebrar o fluxo da água e proteger o lado inferior da construção. As espécies devem ser escolhidas em função da sua aptidão para o tratamento de barrancos, tendo resistência a águas muito velozes, solavancos, extração de casca, submersão e uma rápida taxa de crescimento. *Euphorbia lactea*, sisals diversos, *Bromelia*, *Glycirdia septium*, mandioca, *Bambusa vulgaris*, goiaba, *Jatropha curcas*, *Cassia* e *Leucaena leucocephala* são usadas, por exemplo, no Haiti. No entanto, esta lista de plantas úteis devem ser adaptadas para cada região.<sup>402</sup>

---

<sup>397</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 149

<sup>398</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>399</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 174

<sup>400</sup> *ibid*

<sup>401</sup> *ibid*

<sup>402</sup> *ibid*

## ANEXO L - Controlo de grandes barrancos torrenciais

Em grandes barrancos torrenciais, barragens de correção de torrente são o instrumento básico de desenvolvimento. Esse tipo de tratamento pode ter dois objetivos:<sup>403</sup>

1. Estabilizar o perfil de comprimento do barranco nas secções onde há uma tendência geral de corte. As construções seguram principalmente a parte da encosta que seria gradualmente levada para a vala, ou seja, elas param a erosão remontante. O objetivo aqui não é, portanto, reter uma grande quantidade de sedimentos, mas evitar o aprofundamento do barranco.
2. Reter os sedimentos em troços onde há poucos cortes. Aqui a retenção torna-se o objetivo principal. O armazenamento de aluvião ajuda a evitar o assoreamento em barragens a jusante, melhora os recursos hídricos, espalhando as inundações e armazenamento de água do solo na aluvião assim recolhidos, e protege contra a lavagem torrencial áreas habitadas.

Os princípios gerais que devem ser observados no tratamento de grandes barrancos são os seguintes:<sup>404</sup>

- As barragens devem ter um longo período de vida, uma vez que as plantas não podem assumir o controlo de uma só vez. Elas serão construídas com materiais resistentes especialmente de alvenaria, de pedras grandes e cimento.
- As plantas devem ter um papel importante, mesmo que as barragens constituam o elemento central neste tratamento. O estabelecimento de vegetação nas aluviões, exceto na parte central do canal, que é deixada livre para facilitar o fluxo:
  - Consolida a sedimentação, ou a acumulação de sedimentos no canal, e permite maiores inclinações, o que por sua vez significa que mais matéria pode ser armazenada;
  - Os canais e fluxos recentram-se, para que os bancos não sejam prejudicados e a água não flua ao redor da estrutura;
  - Produz forragem, madeira ou frutas, dependendo da escolha das espécies utilizadas, num local inadequado para fazer culturas anuais por torrencialidade.
- As estruturas devem ter um recuo entre si, com espaçamentos calculados com base no declive de equilíbrio, ou seja, o ponto de inclinação na parte inferior do barranco no qual não há nem remoção nem sedimentação. O princípio de degraus de controlo de torrente deve ser respeitado se a intervenção pretende ser duradoura. Um espaçamento excessivo ou a destruição de uma estrutura irá comprometer a estabilidade a longo prazo de todas as estruturas acima descritas, por erosão remontante que é particularmente rápida, quando uma massa de aluvião se instala no leito do barranco. Mesmo quando a erosão é mais lenta, porque tem de cortar a rocha, os cálculos devem basear-se a longo prazo, tendo em conta a sustentabilidade pretendida.

---

<sup>403</sup> ROOSE, Eric -**Land husbandry, Components and strategy**. Rome: FAO, 1996. ISBN 92-5-103451-6, p 175

<sup>404</sup> *ibid*

## ANEXO M - Reverter a desertificação, exemplo da técnica da oasificação

A oasificação é o processo natural contrário ao da desertificação que ocorre por aridez edáfica. Para conseguir restaurar muitas encostas degradadas há que alterar levemente a sua fisiografia com uma preparação de terreno adequada, criando-se zonas onde se concentre a água do escoamento no solo e os nutrientes que transporta.<sup>405</sup>

A oasificação pode entender-se como sendo a ação de densificar o coberto vegetal, ou seja, reverter o processo de degradação hídrica, edáfica e botânica que sofre uma encosta, utilizando uma preparação correta do solo e introduzindo as espécies vegetais adequadas. É necessário recorrer a sistemas de recolção de água, isto é, tem que se aproveitar a degradação da própria encosta para acumular a água do escoamento nos pontos de restabelecimento com pequenas barragens devidamente dimensionadas.<sup>406</sup>

As pequenas estruturas de terra que recolhem e infiltram o escoamento, melhoram as condições de humidade do solo e permitem o desenvolvimento de uma vegetação levando a que se possa inverter o processo de desertificação, oasificar pressupõe combater o escoamento superficial.<sup>407</sup>

A oasificação está diretamente relacionada com o conceito de recolção de água e com a irrigação de açudes, mas tem uma abordagem ecológica marcada e não apenas agrícola. A oasificação permite a recolha de água, de solo e de nutrientes, permitindo controlar a erosão hídrica nas zonas áridas e semi-áridas.<sup>408</sup>

As técnicas tradicionais de aproveitamento agroflorestal devem ser recuperadas, mas aplicando-lhe os novos conhecimentos através da utilização de modelos hidrológicos sobre a conservação de solos e águas, gestão de sistemas de informação geográfica, introdução de espécies vegetais com interesse ecológico, económico e social, uso e incorporação de novos materiais.<sup>409</sup>

Para melhorar as condições hidrológicas da encosta, a taxa de infiltração da água proveniente do escoamento superficial deve aumentar, o ideal seria que se infiltrasse tudo o que provém das águas das chuvas. Tal implica uma progressão edáfica, vegetal e em biomassa, ou seja, ao infiltrar-se maior volume de água no solo, esta fica mais disponível para as plantas levando a que a vegetação se possa desenvolver mais. Assim esta vegetação virá a proteger o solo da erosão e a introduzir-lhe matéria orgânica, tornando-o mais fértil e profundo.<sup>410</sup>

Maioritariamente a desertificação pode ser reversível com operações individuais simples à escala reduzida que acabam por resolver o problema à escala local e regional. Um uso agroflorestal adequado é fundamental para evitar processos de desertificação.<sup>411</sup>

---

<sup>405</sup> AZAGRA, Andrés; MONGIL, Jorge; ROJO, Leopoldo- La Oasificación. **Oasificación Contra la Desertificación**. [Em linha]. (2005)., p 1 [Consult. Em 28 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.oasification.com/archivos/OASIFICACIÓN.pdf>

<sup>406</sup> *op. cit.* p 2

<sup>407</sup> *ibid*

<sup>408</sup> *ibid*

<sup>409</sup> *ibid*

<sup>410</sup> *op. cit.* p 3

<sup>411</sup> *ibid*

Para começar o processo de oasificação de uma encosta degradada têm que se construir nela sistematizações primárias que consistem em microbacias. Para modelar o processo planeia-se um balanço hídrico local, centrado na economia da água da encosta. Os componentes desse balanço estão enunciados na seguinte figura e são a precipitação, o tipo de escoamento, a evaporação e a infiltração.<sup>412</sup>

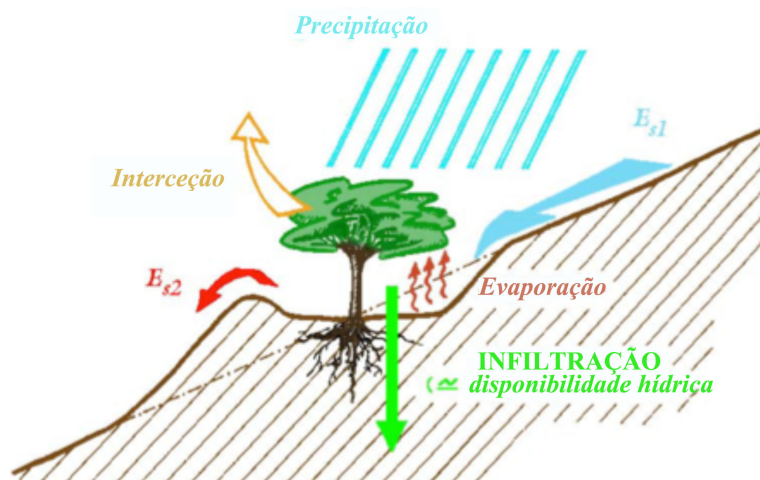


Figura 54: Principais componentes do balanço hídrico local, Fonte: Adaptado de AZAGRA, Andrés; MONGIL, Jorge; ROJO, Leopoldo- La Oasificación. **Oasificación Contra la Desertificación**. [Em linha]. (2005)., p 4 [Consult. Em 28 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.oasification.com/archivos/OASIFICACIÓN.pdf>

Com o fim de restaurar a encosta deve ser estabelecido que a infiltração deve igualar a precipitação. Devem ser criadas nela áreas de implúvio e áreas de receção (S1 e S2), as primeiras para que o seu escoamento alimente as segundas, que terão as suas correspondentes micro barragens bem dimensionadas para que possam recolher toda a água que escorre.<sup>413</sup>

Um exemplo de um sistema tradicional de recolção de água, solo e nutrientes são os taludes de irrigação. Trata-se de irrigação por gravidade enquanto está a chover e até que termine o escoamento do caminho. Consiste em derivar as águas que circulam nos caminhos e estendê-las a quanto mais terraços melhor.<sup>414</sup>

Para o desenho das estruturas de terra que recolhem e infiltram o escoamento deve ser utilizado um modelo hidrológico. Para poder fazer um diagnóstico da sua evolução temporal tem que se aplicar um modelo de perdas de solo e um modelo sobre migração de nutrientes, assim consegue-se modelar um processo completo de oasificação.<sup>415</sup>

<sup>412</sup> AZAGRA, Andrés; MONGIL, Jorge; ROJO, Leopoldo- La Oasificación. **Oasificación Contra la Desertificación**. [Em linha]. (2005)., p 4 [Consult. Em 28 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://www.oasification.com/archivos/OASIFICACIÓN.pdf>

<sup>413</sup> *ibid*

<sup>414</sup> *op. cit.* p 11

<sup>415</sup> *op. cit.* p 12



## **ANEXO N - Transformação do deserto numa paisagem verde, exemplo dos Emirados Árabes Unidos**

Este é um processo onde várias porções de países do deserto foram transformadas em paisagens verdes com enormes recursos, sendo os Emirados Árabes Unidos um exemplo. No entanto muitos destes projetos usados para “reverdecer” acatam alguns problemas com o uso elevado de água pelas plantas, erosão do solo, elevadas perdas de água através do subsolo, dessalinização da água do mar para fazer face à procura, processo que leva a um enorme consumo de energia e emissão de dióxido de carbono.<sup>416</sup>

O programa “Reverdecer o Deserto” tem vindo a implementar diferentes projetos para combater o processo de desertificação, mas algumas dessas medidas têm vindo a ser criticadas pela sua insustentabilidade e grande necessidade de energia.<sup>417</sup>

O programa está focado na conversão do ambiente natural do deserto numa terra produtiva de agricultura, garantindo a sua biodiversidade e aumentando os benefícios económicos.<sup>418</sup>

Os projetos de reverdecer estão a fornecer alguns impactos ambientais positivos como travar a degradação, estabilização das areias e promoção do balanço hidrológico. Têm vindo a melhorar o conforto microclimático, melhorar a qualidade do ambiente e a restaurar os habitats.<sup>419</sup>

A arborização foi também considerada como uma medida preventiva para alguns territórios do deserto, com diferentes níveis de degradação. No entanto todos estes projetos são também uma ameaça para os ecossistemas dos desertos, causando numerosos novos problemas a nível ambiental, nos Emirados Árabes Unidos.<sup>420</sup>

A procura de água, leva à dessalinização de água do mar, um processo que requer grandes quantidades de energia e liberta grandes quantidades de dióxido de carbono. Para além destas consequências o desenvolvimento de plantações tem efeitos adversos para o habitat. Para além de variedades locais de arbustos e de árvores, estão também a ser plantadas espécies importadas de outras regiões áridas. Com a introdução destas espécies prevê-se que elas venham a substituir a flora e a fauna locais a longo prazo.<sup>421</sup>

Tornar uma paisagem verde de forma artificial em ecossistemas áridos é um processo dispendioso, com riscos e os benefícios obtidos têm muitas vezes uma curta duração. Alternativamente pode ser feito um restauro ecológico que tenha como objetivo minimizar intervenções de manuseio, estimulando os processos de sucessão natural de forma a desenvolver dinâmicas estruturais e funcionais estáveis.<sup>422</sup>

---

<sup>416</sup> NUNES, J; MARQUES, A, [et al.]- Modular Landscapes in Arid Climates Redefining Sustainability in Public Space. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>417</sup> NUNES, J; RIBAS, C, [et al.]- Desert as a Reversible Transition. **EFLA Annual Conference Proceedings**. Tallinn, Estonia, 2011

<sup>418</sup> *ibid*

<sup>419</sup> *ibid*

<sup>420</sup> *ibid*

<sup>421</sup> *ibid*

<sup>422</sup> *ibid*

## ANEXO O - Indicadores de desertificação em Portugal

Em Portugal existem instrumentos para a implementação da Convenção de Combate à Desertificação sendo um dos mais importantes os Programas de Ação Nacionais e Regionais. Estes programas devem cumprir estratégias para combater a desertificação e mitigar os efeitos das secas nas áreas afetadas, usando-se abordagens integradas em conformidade com os princípios da Agenda 21, incorporando meios operacionais para prevenir, monitorizar e mitigar os processos de desertificação.<sup>423</sup>

O Plano de Ação Nacional para o Combate à Desertificação (PANCD) foi aprovado em 1999 e visa a identificação de áreas suscetíveis à desertificação em Portugal Continental, tendo sido desenvolvido pelo INAG e possui três índices de referência.<sup>424</sup>

- Índice climático, que enuncia a relação entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial média (método de Penman),
- Índice de perda de solo, que combina fatores que determinam o processo de erosão como erosividade da precipitação, tipo de solo, coberto vegetal e declives,
- Índice de seca, que enuncia o número de anos em percentagem em que o valor da precipitação anual é inferior ao limiar do quartil 0,01 da distribuição log-normal.

Da combinação destes três índices obtém-se uma carta de suscetibilidade à desertificação, que permite compreender a dimensão do problema no território português.<sup>425</sup>

Derivado de vários estudos realizados com diversos programas, foi possível então obter uma carta de suscetibilidade à desertificação em Portugal, que teve em conta parâmetros como a significância dos resultados em termos dos Programas de Ação Nacional e do Programa Regional Mediterrânico, a credibilidade da informação de base e dos processos metodológicos adotados, o desenvolvimento de processos e a obtenção de resultados extensíveis e comparáveis à escala mediterrânica.<sup>426</sup>

- Seleção de Indicadores de Desertificação e metodologias de trabalho:

Os processos de seleção tiveram como base o quadro conceptual apresentado por Enne e Zucca e teve-se em consideração o conjunto de parâmetros, indicadores e índices de desertificação nele apresentados.<sup>427</sup>

Mais tarde foi avaliada a viabilidade dos indicadores, perante os dados disponíveis e foi feita uma segunda abordagem com base nos seguintes critérios.<sup>428</sup>

- Disponibilidade de informação de base, atual e histórica e condições prospetivas da possibilidade de dar continuidade à avaliação de tendências ao longo dos tempos,

---

<sup>423</sup> ROSÁRIO, Lúcio- **Indicadores de Desertificação para Portugal Continental**. Lisboa: Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2004. ISBN 972-8797-55-7

<sup>424</sup> *ibid*

<sup>425</sup> *ibid*

<sup>426</sup> *ibid*

<sup>427</sup> *ibid*

<sup>428</sup> *ibid*

- Adaptação às condições mediterrânicas,
- Significância biológica, política e social,
- Confiança e credibilidade da informação de base,
- Sensibilidade aos impactos (causas/efeitos a analisar),
- Mensurabilidade e clareza da interpretação,
- Custo efetivo.

Posteriormente adotou-se um quadro geral da metodologia da ESA (Environmental Sensitive Areas to Desertification) com o objetivo de criar quatro índices de qualidade intermédios, permitindo obter a carta final de sensibilidade à desertificação. Os índices utilizados são o Índice de Qualidade do Clima (IQC), o Índice de Qualidade do solo (IQS), o Índice de Qualidade da Vegetação (IQV) e o Índice de Qualidade do Ordenamento (IQO).<sup>429</sup>

Na figura 55 é feita uma síntese dos índices e indicadores de suscetibilidade à desertificação em Portugal Continental. É ainda importante referir que para além dos índices biofísicos expressos e sintetizados nos índices intermédios, foram adotados os resultados provenientes do DISMED português e um conjunto de indicadores sociais e económicos que com eles refletem as correlações de causa/efeito com a desertificação no país.<sup>430</sup>

A carta de suscetibilidade à desertificação resulta, tanto de um vasto trabalho no desenvolvimento dos índices e indicadores de base, como dos consensos técnico-científicos.<sup>431</sup>

A partir desta carta pode concluir-se que o continente português possui 36% de território em condições de suscetibilidade à desertificação e nos restantes 64% também vai haver um número significativo de áreas que tem solos com elevada ou muito elevada suscetibilidade à seca e à desertificação, independentemente das condições climáticas.<sup>432</sup>

Existem outros indicadores complementares que não estão incluídos diretamente na carta referida anteriormente, que refletem relações de causa ou efeito com as questões biofísicas da desertificação, estes indicadores podem ser sociais ou económicos.<sup>433</sup>

Para além dos indicadores já referidos anteriormente estão também a ser desenvolvidos e utilizados novos indicadores como o Projeto DesertWatch I e o Projeto DesertWatch II.<sup>434</sup>

---

<sup>429</sup> ROSÁRIO, Lúcio- **Indicadores de Desertificação para Portugal Continental**. Lisboa: Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2004. ISBN 972-8797-55-7

<sup>430</sup> *ibid*

<sup>431</sup> *ibid*

<sup>432</sup> *ibid*

<sup>433</sup> *ibid*

<sup>434</sup> *ibid*

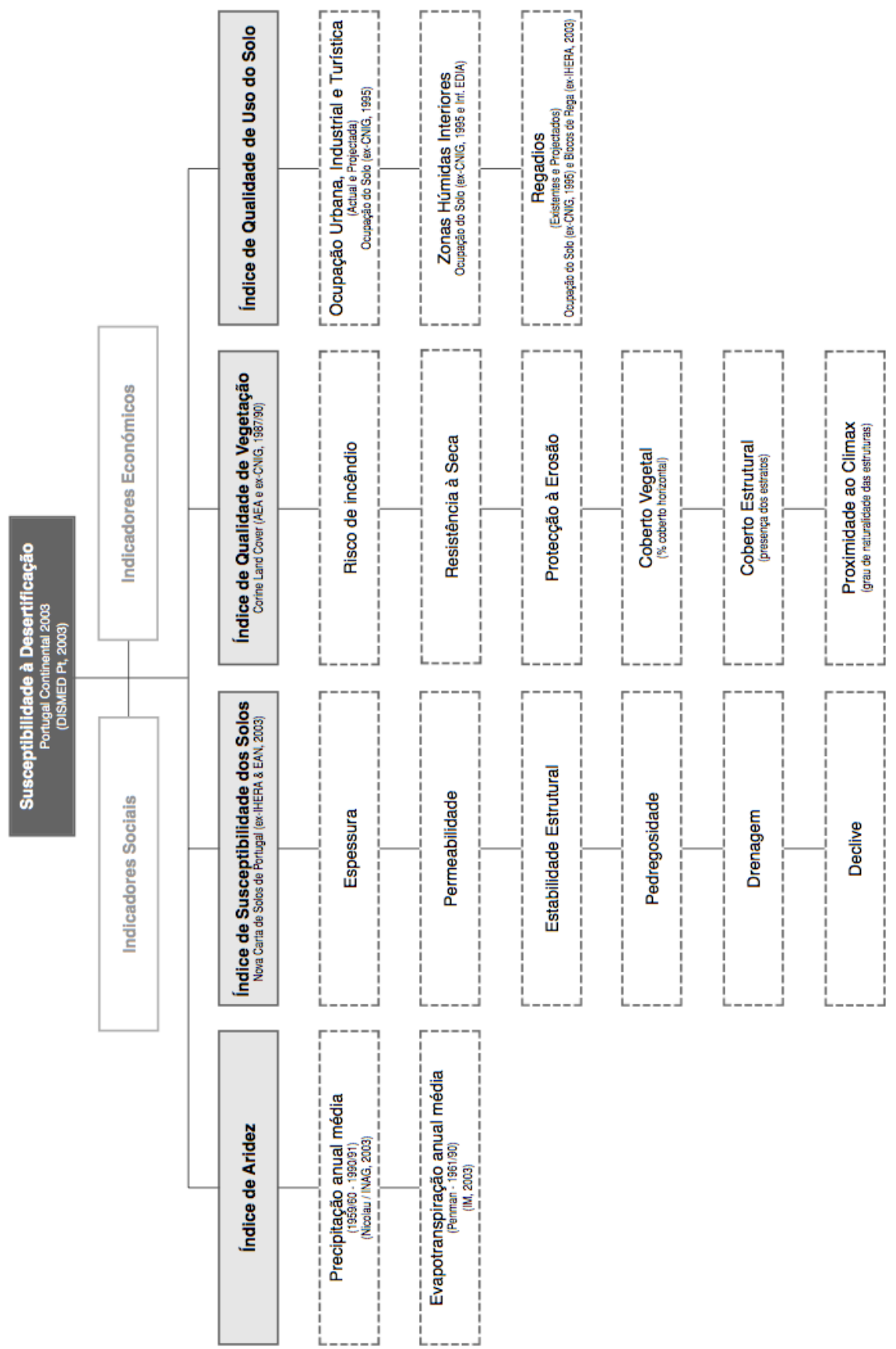


Figura 55: Síntese dos índices e indicadores de susceptibilidade à desertificação em Portugal Continental, Fonte: ROSÁRIO, Lúcio- **Indicadores de Desertificação para Portugal Continental**. Lisboa: Direcção Geral dos Recursos Florestais, 2004. ISBN 972-8797-55-7

## **ANEXO P - Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD)**

O PANCD está a ser aplicado para fazer face a este problema e propõe uma ação integrada com o objetivo da conservação do solo e da água e do restauro das áreas degradadas assim como, a fixação das populações nas regiões menos povoadas e aumentar a sensibilização para o problema da desertificação.<sup>435</sup>

PANCD foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº69/99 de 17 de Junho e publicado no Diário da República nº158/99, série I-B de 9 de Julho de 1999. Este programa tem como principais objetivos “orientar, disciplinar, promover, dinamizar, integrar e coordenar as ações de combate à desertificação e minimização dos efeitos da seca nas zonas semiáridas e sub-húmidas, nomeadamente naquelas em que é mais notória e problemática a erosão e a degradação das propriedades do solo, a destruição da vegetação e a deterioração do ambiente e dos recursos naturais e da paisagem em geral”.<sup>436</sup>

O PANCD propõe uma ação integrada com o objetivo de contribuir para a conservação dos solos e da água, da recuperação de áreas degradadas e fixação das populações nas regiões mais despovoadas.<sup>437</sup>

Nas áreas suscetíveis à desertificação com floresta instalada houve uma tentativa de contribuir para a proteção do solo e para combater a desertificação, através da implementação do PANCD cujos objetivos de "conservação do solo e da água", "recuperação de áreas degradadas" e "integração da luta contra a desertificação nos instrumentos de desenvolvimento" foram traduzidos para orientações e apoio para a conceção de programas cofinanciados entre 1999 e 2006, tais como, a introdução de um código de boas práticas florestais, particularmente no que diz respeito a técnicas de cultivo do solo menos agressivas em áreas suscetíveis à desertificação e dentro da Reserva Ecológica Nacional (REN), identificação de espécies-alvo, melhor adaptadas ao solo e ao clima com condições mais adversas, de forma a promover o restauro da fertilidade e a regularização dos recursos hídricos. A agricultura também tentou contribuir para a proteção dos solos, através de práticas de incentivo e opções culturais mais adequadas para a qualidade do solo, como pode ser observado pelo aumento das áreas de sementeira direta ou prados ou com a utilização de procedimentos incluídos nas boas práticas agrícolas.<sup>438</sup>

O PANCD centraliza as suas preocupações no ser humano e visa a adoção de medidas de combate à degradação dos recursos naturais e aplicação de medidas de prevenção no âmbito de 5 objetivos estratégicos, conservação do solo e da água, fixação da população ativa nos meios rurais,

---

<sup>435</sup> **National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009, p 48 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)

<sup>436</sup> RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS n.º 69/99, de 09 de Julho, Diário da República – Série I-B, N.º 158, emitido pela Presidência do Conselho de Ministros.

<sup>437</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecosistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. p 232

<sup>438</sup> **National Strategic Plan, Rural Development 2007-2013** [Em linha]. Portugal: MADRP, 2009, p 48 [Consult. Em 15 Dez. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.gpp.pt/en/PEN\\_Novembro\\_2009\\_EN.pdf](http://www.gpp.pt/en/PEN_Novembro_2009_EN.pdf)

recuperação das áreas afetadas, sensibilização da população para a problemática da desertificação e consideração da luta contra a desertificação nas políticas gerais setoriais.<sup>439</sup>

Os objetivos estratégicos foram considerados com um quadro orientador e foram estabelecidas 5 tipologias de Eixos de Intervenção e Linhas de Ação:<sup>440</sup>

Eixo 1- Conservação da Água

Eixo 2- Manutenção da População ativa nas zonas rurais

Eixo 3- Recuperação das áreas mais ameaçadas pela desertificação

Eixo 4 - Investigação, experimentação e divulgação

Eixo 5 - Integração da problemática da desertificação nas políticas de desenvolvimento.

O PNAC inclui as seguintes medidas adicionais no setor agrícola:<sup>441</sup>

- Promoção e aumento da retenção de carbono em solos agrícolas.
- Tratamento e valorização energética de resíduos da pecuária.

## **ANEXO Q - Exemplo do uso do montado para combater a desertificação nas regiões Mediterrânicas**

Aproximadamente 1 milhão e 800 mil hectares de floresta portuguesa estão em zonas de grande suscetibilidade à desertificação. A azinheira e o sobreiro presentes nestas áreas são as principais espécies de árvores que aí ocorrem. A azinheira, o sobreiro e o pinheiro manso, em conjunto com algumas plantas arbustivas, têm a capacidade de poder aumentar a produtividade biológica e ajudar a reverter processos de despovoamento rural e desertificação física.<sup>442</sup>

O montado é um sistema caraterístico das paisagens do sul de Portugal e depende da intervenção humana, pode ser exclusivamente de sobreiro ou estar combinado com pinheiro manso ou com azinheira.<sup>443</sup>

O sobreiro é uma espécie arbórea com elevado valor ambiental, económico e social e está presente em cerca de 736 700 hectares do território de Portugal. Esta espécie presta importantes serviços ambientais a nível de regulação do ciclo da água, conservação de solos, conservação da biodiversidade e fixação de carbono.<sup>444</sup>

---

<sup>439</sup> NEVES, Bruno Miguel Almeida – **A Percepção do Termo Desertificação na Comunicação Social, na Política e na Sociedade em Geral, em Portugal**. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2010, Tese de Mestrado, p 38

<sup>440</sup> *op. cit.* pp 40-43

<sup>441</sup> ROSAS, Cátia; TEIXEIRA, Ricardo, [et al.]- Capítulo 7 Agricultura. In PEREIRA, Henrique Miguel; Domingos, Tiago, [et al.]- **Ecossistemas e Bem-Estar Humano, Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment**. [s.l.]: Escolar Editora, 2009. ISBN 978-972-592-274-3. pp 233-234

<sup>442</sup> MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN “O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação”** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

<sup>443</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

<sup>444</sup> MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN “O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação”** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

Esta árvore é também a base da economia da cortiça, dela são extraídas anualmente aproximadamente 140 mil toneladas de cortiça, ou seja, 54% da produção mundial do setor.<sup>445</sup>

O sobreiro é um elemento essencial para o combate à desertificação em Portugal, pois desempenha um importante papel na prevenção da degradação dos solos. Os bosques de sobreiro e o montado constituem sistemas económica e ecologicamente sustentáveis e são um importante instrumento para prevenir a desertificação. Estes sistemas geram elevados níveis de biodiversidade, melhoram a matéria orgânica dos solos, pois retiram os nutrientes de níveis com maior profundidade e devolvem-nos ao solo através da queda de folhas, levando à criação de solo produtivo, contribuem para a regulação do ciclo hidrológico porque aumentam os níveis de matéria orgânica dos solos e permitem que se faça uma melhor retenção de água, há uma melhor infiltração no solo e as perdas por escoamento superficial diminuem. Os sistemas permitem também travar o despovoamento.<sup>446</sup>

A biodiversidade contida nos montados está associada à grande variedade de pastagens onde existem dezenas de espécies de plantas e num sobreiral (sistema de bosque) crescem muitas variedades de arbustos como a urze, medronheiro, aroeira, giesta, estevas e retamas e é também o habitat de muitas espécies de animais.<sup>447</sup>

A copa dos sobreiros origina um microclima onde existe maior humidade, temperatura mais baixa e sombra, principalmente durante o Verão seco, que beneficia as espécies de plantas aí existentes. É possível encontrar num montado cerca de 135 espécies de plantas por 1000 metros quadrados.<sup>448</sup>

Os sobreiros ocorrem essencialmente em solos delgados de xisto ou em solos profundos de areias. Nos solos xistosos existem árvores mais pequenas, mas em maior número e com mais densidade de arbustos, aí o sobreiro tem uma importante função na proteção contra a erosão.

Se o solo for mal gerido pode existir degradação da vegetação e ser desencadeado um processo de desertificação.<sup>449</sup>

A maior e melhor distribuição de sobreiros encontra-se nos solos mais profundos de textura arenosa do nosso país, estes solos têm uma camada impermeável que permite a existência de níveis de retenção de água adequados a um desenvolvimento das suas raízes havendo, assim, um melhor balanço da água e uma melhor acumulação de reservas.<sup>450</sup>

No que diz respeito a reabilitar áreas já afetadas pela desertificação, o sobreiro tem também um papel importante, principalmente quando associado com outras espécies como a azinheira e o pinheiro manso.<sup>451</sup>

---

<sup>445</sup> MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN “O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação”** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

<sup>446</sup> *ibid*

<sup>447</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

<sup>448</sup> *ibid*

<sup>449</sup> *ibid*

<sup>450</sup> *ibid*

<sup>451</sup> *ibid*

A azinheira é uma das espécies mais resistentes às condições de aridez sendo que 90% da sua área de distribuição está em zonas suscetíveis de sofrerem de desertificação. O pinheiro manso é também resistente à secura e 70% da sua área de distribuição está em zonas suscetíveis de sofrerem de desertificação.<sup>452</sup>

A nível de restauro deve usar-se o sobreiro, preferencialmente em exposições voltadas a Norte e em solos profundos. A azinheira e o pinheiro manso devem ser usadas nas exposições voltadas a Sul e a Oeste, em solos mais delgados ou em locais mais áridos. Podem ser usadas também espécies arbustivas como as leguminosas para estabilização, enriquecimento e ensombramento do solo.<sup>453</sup>

Com uma gestão adequada das áreas em que o sobreiro marca presença é possível travar o avanço da desertificação. Para tal deve haver boas práticas de gestão que permitam assegurar a regeneração natural da espécie e que sirvam como proteção contra doenças e pragas, sendo assim assegurada a sustentabilidade do ecossistema. Esta é uma estratégia prioritária nacional de combate à desertificação e que tenta travar a diminuição da densidade de sobreiro.<sup>454</sup>

Se for feita uma gestão adequada do sobreiro, estima-se que em 2020 possamos voltar a ter os níveis de densidade de 1995. Assim só 20% dos povoamentos vão ter menos de 40 árvores por hectare e 50% destes mesmos povoamentos mais de 80 árvores por hectare.<sup>455</sup>

Para combater eficazmente a desertificação é necessário utilizar o sobreiro como espécie prioritária, havendo uma manutenção da densidade e da sua mancha de distribuição.<sup>456</sup>

Para gerir adequadamente os povoamentos de sobreiro devem ser elaborados programas de proteção integrada contra doenças e pragas, adotar a certificação Forest Stewardship Council (Fsc) para ajudar no combate à desertificação e incrementar o mercado de carbono para as áreas suscetíveis à desertificação.<sup>457</sup>

Existe desde 2004 o Programa sobreiro da WWF que visa proteger, restaurar e gerir florestas e montados de sobreiro no Mediterrâneo, combatendo a degradação dos ecossistemas, assim o comércio dos produtos de cortiça é feito de forma sustentável e são adotadas políticas de gestão e de conservação florestal. Este programa está centrado em Portugal, Espanha, Tunísia e Marrocos e cobre 90% da área de distribuição do sobreiro.<sup>458</sup>

---

<sup>452</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>

<sup>453</sup> *ibid*

<sup>454</sup> MORGADO, Ângela - **Sumário do Relatório WWF / CEABN “O Sobreiro, uma barreira contra a Desertificação”** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 12 Jul. 2012]. Disponível em WWW: [http://www.wwf.pt/o\\_nosso\\_planeta/alteracoes\\_climaticas/desertificacao/](http://www.wwf.pt/o_nosso_planeta/alteracoes_climaticas/desertificacao/)

<sup>455</sup> *ibid*

<sup>456</sup> *ibid*

<sup>457</sup> *ibid*

<sup>458</sup> RÊGO, Francisco; VASCO, Inês, [et al.]- Sobreiro Uma Barreira Contra a Desertificação. **Relatório WWF/CEABN** [Em linha]. 2008. [Consult. Em 11 Jul. 2012]. Disponível em WWW: <http://pt.scribd.com/doc/40765089/Relatorio-Desertificacao>



## ANEXO R - O projeto do Alqueva

O aproveitamento hidráulico do rio Guadiana e o projeto da barragem do Alqueva é criado com o objetivo de fazer face ao problema de carência de água que afetou e afeta a região do Alentejo. A construção da barragem tinha como intuito primário o regadio e a produção de energia elétrica.<sup>459</sup>

Este empreendimento tem uma área de influência direta que se distribui por 20 concelhos dos distritos de Beja, Évora, Setúbal e Portalegre, possuindo uma área de 10 000 km<sup>2</sup> que sustentam um processo de desenvolvimento integrado.<sup>460</sup>

A barragem de Alqueva é a maior barragem de Portugal, situa-se no rio Guadiana, a jusante da confluência do rio Degebe e a montante do rio Ardila, no Alentejo.<sup>461</sup>

É construída em betão de abóboda com dupla curvatura e tem uma altura acima do leito do rio de 96 m. O coroamento tem a cota 154 m e um desenvolvimento de 458 m. O Nível Máximo de Cheia (NMC) atinge a cota de 153 m e o Nível Pleno de Armazenamento (NPA) a cota de 152 m.<sup>462</sup>

Esta barragem define uma bacia hidrográfica de aproximadamente 55 000 km<sup>2</sup> sendo a sua área inundada correspondente ao NPA de 250 km<sup>2</sup> e o seu perímetro de 1160 km, abrangendo os municípios de Portel, Mourão, Moura, Reguengos de Monsaraz e Alandroal.<sup>463</sup>

Para a cota do NMC que corresponde ao nível na albufeira de 153 m, o total de caudal que pode ser descarregado é de 9 960 m<sup>3</sup>/s o que é equivalente ao caudal máximo efluente de cheia com o período de retorno de 1000 anos.<sup>464</sup>

O projeto da barragem do Alqueva introduziu alterações profundas na paisagem e visa criar na região novas oportunidades e potencialidades. Tem como principais objetivos:<sup>465</sup>

- Constituir uma reserva estratégica de água;
- Assegurar o abastecimento de água ao público;
- Produzir energia elétrica;
- Promover o desenvolvimento agrícola;
- Promover o desenvolvimento do turismo de recreio e lazer.

As primeiras menções à necessidade de levar água ao Alentejo datam de finais do século XIX, mas o Projeto como Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva só entrou na agenda política em 1957 quando se criou o Plano de Rega do Alentejo.<sup>466</sup>

---

<sup>459</sup> ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável**. Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado, p 68

<sup>460</sup> **Empreendimento de Fins Múltiplos Alqueva**. EDIA. Beja, [s.d.], p 4

<sup>461</sup> LOUSADA, Sérgio António Neves- **Impactes das Áreas de Rega e da Barragem do Alqueva nas Temperaturas Regionais: Evidências no Sul da Península Ibérica**. Guimarães: Universidade do Minho-Escola de Engenharia, 2010. Tese de Doutoramento, p 19

<sup>462</sup> *ibid*

<sup>463</sup> *ibid*

<sup>464</sup> *ibid*

<sup>465</sup> *op. cit.* p 20

<sup>466</sup> ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável**. Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado, p 68

O Sistema Global de Rega de Alqueva (SGRA) integra um conjunto de infraestruturas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA). Este empreendimento foi criado quando foi incluída a rega de uma extensa área do Alentejo através de uma barragem a construir no rio Guadiana, nas propostas do Plano de Valorização do Alentejo.<sup>467</sup>

Como o Guadiana é um rio internacional, teve que se assinar um acordo entre Portugal e Espanha, as partes envolvidas, para regulamentar a utilização deste. Para tal, em 1968 foi celebrado o Convénio Luso-Espanhol, designado de *Convénio entre Portugal e Espanha para regular o Uso e o Aproveitamento Hidráulico dos Troços Internacionais dos Rios Minho, Lima, Tejo, Guadiana, Chanca e seus Afluentes*.<sup>468</sup>

Este convénio, apesar de ainda não incluir a construção do Alqueva, deixava em aberto um futuro aproveitamento hidroelétrico.<sup>469</sup>

A realização do projeto foi sempre sendo adiada até ao ano de 1975, quando se retoma o projeto, sendo os trabalhos de construção iniciados no ano seguinte, mas estes vieram a ser de novo interrompidos em 1978.<sup>470</sup>

Os trabalhos de construção da barragem viriam a ser reiniciados em 1980 através de uma nova Resolução de Conselho de Ministros. O empreendimento tinha como único objetivo a edificação da barragem para a produção de energia elétrica. Ao longo da década de 80 o EFMA passou por uma fase de impasse tendo sofrido diversos recuos e avanços.<sup>471</sup>

Em 1993, devido a outra decisão de Conselho de Ministros, as obras de criação da Comissão Instaladora da Empresa da Alqueva são retomadas.<sup>472</sup>

Foram produzidos diversos estudos de impacto ambiental, de destacar o Estudo Integrado de Impacto Ambiental feito pela empresa SEIA, a partir de 1994, que tinha como objetivos identificar os impactos associados à sua realização e propor medidas minimizadoras ou de compreensão dos impactos negativos.<sup>473</sup>

Em 1995, através do DL nº 32/95 de 11 de Fevereiro forma-se a Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, SA (EDIA), como sociedade anónima de capitais públicos.<sup>474</sup>

O conceito e as primeiras componentes do empreendimento foram aprovados em definitivo em 1995 pelo Governo Português.<sup>475</sup>

Foram determinantes três ordens de razões para a aprovação da barragem.<sup>476</sup>

---

<sup>467</sup> **Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva.** [sl], 2004, Tomo 2, p 5

<sup>468</sup> ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável.** Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado, p 68

<sup>469</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional.** Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 41

<sup>470</sup> *ibid*

<sup>471</sup> *op. cit.* p 69

<sup>472</sup> *ibid*

<sup>473</sup> *ibid*

<sup>474</sup> *op. cit.* p 70

<sup>475</sup> MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009), p 2 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

- Geo-estratégia- O baixo Guadiana é o único troço dos rios luso-espanhóis onde Espanha está a jusante de Portugal. Sem um armazenamento considerável no Guadiana, Portugal iria ficar sem margem de manobra para influenciar a gestão de água neste e noutros rios internacionais.

- Pressão social- A opinião pública e atores sociais na região do Alentejo defendiam o Alqueva, chegando a torná-la numa obra politicamente incontornável.

- Oportunidade de financiamento- Foi um momento único para aproveitar fundos comunitários, pelo menos para a fase inicial do empreendimento.

Relativamente a infraestruturas o EFMA congrega a barragem e central hidroelétrica do Alqueva, a barragem e central hidroelétrica do Pedrogão, o sistema de adução Alqueva-Álamos, a rede primária e secundária de infraestruturas de captação, adução e distribuição de água e outras infraestruturas acessórias ou complementares.<sup>477</sup>

Apesar do muito tempo levado em todo o processo e de sucessivos avanços e recuos, em 2002 foi concluído o corpo central da barragem, sendo as comportas fechadas e procedendo-se ao enchimento da albufeira.<sup>478</sup>

Também se inaugurou em 2002, oficialmente, a Nova Aldeia da Luz, posteriormente, em 2003 foi inaugurado o museu da Luz e a Barragem de Pedrógão em 2006.<sup>479</sup>

Passados oito anos do fecho das comportas, em 2010, a albufeira da barragem do Alqueva atingiu a sua cota máxima.<sup>480</sup>

Resultante destas intervenções formou-se um espelho de água que é considerado o maior lago artificial da Europa, com cerca de 250 km<sup>2</sup>, um perímetro de 1160 km e aproximadamente 440 ilhas.<sup>481</sup>

Hoje em dia considera-se o EFMA como sendo uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento de uma importante região do Alentejo. Os seus objetivos visam o aproveitamento dos recursos aplicados pelo Estado na região, sendo explorados, o grande lago de Alqueva e a concentração de conhecimentos, tecnologias e experiências que houve na região em resultado da implantação de infraestruturas.<sup>482</sup>

A justificação para a construção deste empreendimento focou-se nos seguintes objetivos:<sup>483</sup>

- Alterar o modelo cultural da agricultura do Alentejo com a passagem do sistema de sequeiro a regadio, havendo maiores índices de rentabilidade e produtividade;
- Regularizar o caudal do Guadiana;

---

<sup>476</sup> MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009), p 2 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

<sup>477</sup> ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável**. Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado, p 70

<sup>478</sup> *ibid*

<sup>479</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 41

<sup>480</sup> ESPADA, Rita Rodrigues Raposo Cacito – **Alqueva: Roteiro para um Destino Turístico Sustentável**. Estoril: Escola de Hotelaria e Turismo do Estoril, 2011. Tese de Mestrado, p 70

<sup>481</sup> *ibid*

<sup>482</sup> **Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva**. [sl], 2004, Tomo 2, p 5

<sup>483</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 43

- Fornecer água às populações e às atividades económicas;
- Estabelecer uma reserva estratégica de água;
- Produzir energia elétrica;
- Criar postos de trabalho de forma a inverter o processo de desertificação humana;
- Potenciar um clima de expectativas empresariais, especialmente no âmbito do desenvolvimento do turismo.

Existem quatro instrumentos principais de planeamento diretamente relacionados com este empreendimento:<sup>484</sup>

- Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) de 2007;
- Plano Regional de Ordenamento do Território do Alentejo (PROTA) de 2010;
- Plano Regional de Ordenamento do Território da Zona Envolvente da Albufeira do Alqueva (PROZEA) de 2002;
- Plano de Ordenamento das Albufeiras do Alqueva e Pedrógão (POAAP), criado em 2002 e revisto em 2006.

Entre estes planos está estabelecida uma hierarquia legislativa relacionada com a amplitude geográfica da sua intervenção, numa escala que vai desde o nacional até ao local, sendo que esta última se estende na zona de influência do Alqueva.<sup>485</sup>

## ANEXO S - Alqueva - Críticas e Impactos

Existem várias críticas à elaboração de grandes projetos hidráulicos que têm vindo a ocorrer, principalmente desde os anos 70, do século XX, com base em quatro linhas, a ecológica, a socioeconómica, a técnica e a simbólica.<sup>486</sup>

A contestação ao Alqueva teve diferentes fases e protagonistas, mas estes nunca formaram uma frente coerente com a capacidade de parar o desenvolvimento do empreendimento, os profissionais defendiam soluções de nível técnico alternativas com a construção de pequenas barragens em vez de um mega empreendimento, os políticos tinham motivações ideológicas ou partidárias, organizações e personalidades ambientalistas revelavam inquietações com os graves impactos ecológicos.<sup>487</sup>

Um dos principais problemas do Alqueva é o empreendimento ainda estar baseado nas concepções que se utilizavam nos anos 50.<sup>488</sup>

Este projeto suscitou muita controvérsia, originando grandes debates em Portugal, devido à imprevisibilidade dos seus impactos a nível social, económico, ecológico e também paisagístico.

<sup>484</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 49

<sup>485</sup> *ibid*

<sup>486</sup> *op. cit.* p 33

<sup>487</sup> MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009), p 2 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

<sup>488</sup> *op. cit.* p 3

Como tal a decisão da sua construção foi, durante muito tempo, adiada devido às imensas críticas que acatou a nível do seu posicionamento e da dimensão do projeto, por exemplo.<sup>489</sup>

A nível de posições ambientalistas, o movimento ambientalista português nunca teve um parecer positivo sobre o projeto do Alqueva. Durante décadas, organizações e personalidades criticaram a enorme dimensão, a falta de perspetiva sustentável, os fortes impactos ambientais, a má relação custo-eficácia, a ausência de viabilidade económica, o incumprimento da Diretiva Quadro da Água, o não cumprimento de normas ambientais durante as obras. Mas, apesar de tudo, estes movimentos ambientalistas nunca efetuaram uma campanha frontal contra o Alqueva.<sup>490</sup>

A partir de meados dos anos 90, os esforços ambientalistas focaram-se na discussão do modelo de desenvolvimento regional, dimensionamento e modelo de exploração do Alqueva e compensação de impactos, adotando a ideia de que a construção da barragem era irreversível. Entre 2000 e 2006 o posicionamento ambientalista foi integrado e protagonizado pelo "Movimento cota 139 pelo Alentejo Sustentável", plataforma associativa que integrava o GEOTA, LPN, Quercus, FAPAS, SPEA E CEAL, com o apoio da Confederação Portuguesa das Associações de Defesa do Ambiente.<sup>491</sup>

Os principais impactos provenientes da construção desta barragem são:<sup>492</sup>

- Impactos ecológicos- Destruição de 250 km de território, incluindo-se quase a totalidade da galeria ripícola da bacia do Guadiana situada em Portugal a montante da barragem, postos em causa corredores ecológicos ou áreas importantes para espécies raras, afetação de habitats ribeirinhos e estuarianos do Guadiana, devido à alteração do regime hidrológico e à extração de água, podendo o caudal médio ser reduzido a metade, riscos de contaminação biológica da bacia do Sado, riscos elevados de poluição dos solos e de aquíferos.

- Impactos sociais- Um impacto positivo é a criação de infraestruturas e equipamentos sociais, por exemplo de transportes, cultura, saneamento básico e saúde. Mas tal não está relacionado com o regadio e muito poucos dos investimentos são economicamente produtivos. Existem poucas esperanças de que o Alqueva traga desenvolvimento socioeconómico, há perspetivas desmoralizadoras a nível de emprego, foram inundados centenas de sítios arqueológicos, onde se incluem gravuras rupestres, monumentos e povoados de várias épocas históricas e pré-históricas e outros locais correm o mesmo risco com o uso do regadio.

- Impactos económicos- Tal como está pensado atualmente, o Alqueva não tem viabilidade económica devido a diferenças entre os preços de água propostos pelo Governo e o preço real da água e da política agrícola comum se estar a afastar dos subsídios para a produção e haver a tendência do mercado agrícola internacional se abrir.

---

<sup>489</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 3

<sup>490</sup> MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009), p 3 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

<sup>491</sup> *ibid*

<sup>492</sup> *op. cit.* pp 3-4

## ANEXO T - O sistema global de rega do Alqueva

Com o intuito de garantir o abastecimento de água para a agricultura foi desenvolvido o SGRA que consiste num conjunto de infraestruturas que possibilitam conduzir a água armazenada nas albufeiras das barragens de Alqueva e de Pedrógão até várias barragens intermédias e depois até aos diferentes perímetros de rega, desenvolvendo-se numa área total de 134 400 ha.<sup>493</sup>

O Sistema é formado por uma rede adutora que se estende por cerca de 300 km de rede primária e 2 200 km de rede secundária. O funcionamento do sistema é suportado por um conjunto de estações elevatórias, barragens, reservatórios e outras infraestruturas hidráulicas.<sup>494</sup>

Está organizado em três subsistemas independentes, Alqueva e Pedrógão situados na margem direita do Guadiana e Ardila na margem esquerda.<sup>495</sup>

O plano abrange os concelhos de Évora, Portel, Aljustrel, Alvito, Alandroal, Alcácer do Sal, Beja, Cuba, Ferreira do Alentejo, Vidigueira, Serpa, Mourão, Barrancos, Grândola, Elvas, Reguengos de Monsaraz e Moura.<sup>496</sup>

O subsistema de Alqueva obtém a água através da albufeira de Alqueva, no braço do rio Degebe. A este subsistema pertence também o perímetro da Luz/Mourão que é fornecido por uma tomada de água própria, instalada na albufeira de Alqueva.<sup>497</sup>

O subsistema de Pedrógão é abastecido através da albufeira de Pedrógão e abastece as áreas da Vidigueira e de Beja, tendo como reservatório intermédio a albufeira de São Pedro.<sup>498</sup>

O subsistema do Ardila é abastecido através de uma tomada de água na albufeira de Pedrógão e abastece os perímetros dos concelhos de Moura e de Serpa. Está apoiado num conjunto de pequenas barragens dispersas pelas áreas a regar.<sup>499</sup>

Quando estiver completamente construído, o empreendimento terá 15 barragens de regularização, 314 km de canais a céu aberto, nove estações elevatórias principais, 16 centrais micro-hídricas, 31 depósitos de regularização, 56 estações elevatórias secundárias, 2240 km de condutas enterradas, cerca de 10000 hidrantes e cerca de 1000 km de estradas e redes de drenagem.<sup>500</sup>

Cerca de 64 % da área que beneficia de regadio pertence ao subsistema de Alqueva que, com origem da água na Barragem de Alqueva, vai favorecer as zonas do Baixo Alentejo a Oeste de Beja e do Alentejo Central, aproximadamente 27% provêm do subsistema Pedrógão que tem origem na água da albufeira de Pedrógão e que vai permitir regar as zonas do Baixo Alentejo a Este de Beja até ao rio Guadiana, 9% estão relacionados com o subsistema Ardila que tem também origem de

---

<sup>493</sup> **Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva.** [sl], 2004, Tomo 2, p 5

<sup>494</sup> *op. cit.* pp 5-6

<sup>495</sup> *op. cit.* p 6

<sup>496</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional.** Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 42

<sup>497</sup> **Plano de Intervenção para a zona de Alqueva :Caracterização da Zona de Alqueva.** [sl], 2004, Tomo 2, p 6

<sup>498</sup> *op. cit.* p 7

<sup>499</sup> *ibid*

<sup>500</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional.** Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 42

água na Albufeira de Pedrógão e que vão permitir a rega na margem esquerda do rio Guadiana nos concelhos de Moura e Serpa.<sup>501</sup>

A utilização da água no Alqueva acarreta o problema da partilha deste recurso entre os diferentes setores de utilizadores e, principalmente, entre os de consumo mais elevado, como a agricultura e o ambiente que necessita de níveis mínimos de água na albufeira de Alqueva e de caudais ecológicos no rio Guadiana ou também, possivelmente, a produção de energia hidroelétrica.<sup>502</sup>

Prevê-se que a água seja gerida através de um conceito de gestão integrada que tem como diretrizes o princípio ecológico, o princípio institucional e o princípio económico.<sup>503</sup>

A nível de princípios ecológicos defende-se que a gestão da água deve ser feita a nível da bacia hidrográfica e não de forma independente pelas instituições representantes dos diferentes setores de utilizadores e deve também conter a gestão das terras. Tendo em conta o princípio institucional deve gerir-se a bacia hidrográfica de forma a privilegiar o diálogo e a participação de todos os intervenientes. O princípio económico visa uma maior utilização dos princípios económicos que valorizam a água como instrumento que promova a eficiência da sua utilização.<sup>504</sup>

As albufeiras de Alqueva e Pedrógão estão classificadas como albufeiras de águas públicas protegidas.<sup>505</sup>

Estima-se que a albufeira de Alqueva possibilite um consumo de água de 900 a 1000 hm<sup>3</sup>/ano durante três anos consecutivos de seca.<sup>506</sup>

## ANEXO U - Metodologia aplicada nos pontos 3 e 4

Em ambos os pontos são analisadas três povoações, Beja, Évora e Reguengos de Monsaraz. Estas povoações encontram-se em situações distintas relativamente umas às outras, situam-se a distâncias e em pontos geográficos diferentes relativamente à barragem de Alqueva e a abrangência a nível de regadio também é distinta, como ilustrado na figura 56. Tal seleção foi feita com o objetivo de obter uma série de cenários que permitam avaliar e compreender o grau e a extensão dos impactos introduzidos pela construção da barragem do Alqueva.

---

<sup>501</sup> BUSHENKOV, Vladimir; FRAGOSO, Rui; MARQUES, Carlos- Usos Múltiplos da Água no Empreendimento de Alqueva: Uma Abordagem Multi-Objectivo. *Investigação Operacional*. [s.l.], n.º. 28 (2008), p 120

<sup>502</sup> *ibid*

<sup>503</sup> *op. cit.* pp 120-121

<sup>504</sup> *op. cit.* p 121

<sup>505</sup> SILVA, Fernando José do Carmo Oliveira- **Em redor do Grande Lago: a água e a paisagem em Alqueva através do texto legislativo e institucional**. Lisboa: ISCTE-IUL, 2011. Tese de Mestrado, p 42

<sup>506</sup> MELO, João- **Alqueva: alegrias e frustrações da mais emblemática obra pública portuguesa do séc.XX** [Em linha]. (2009), p 1 [Consult. Em 12 Fev. 2012]. Disponível em WWW: [http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo\\_2009.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/5096/1/Melo_2009.pdf)

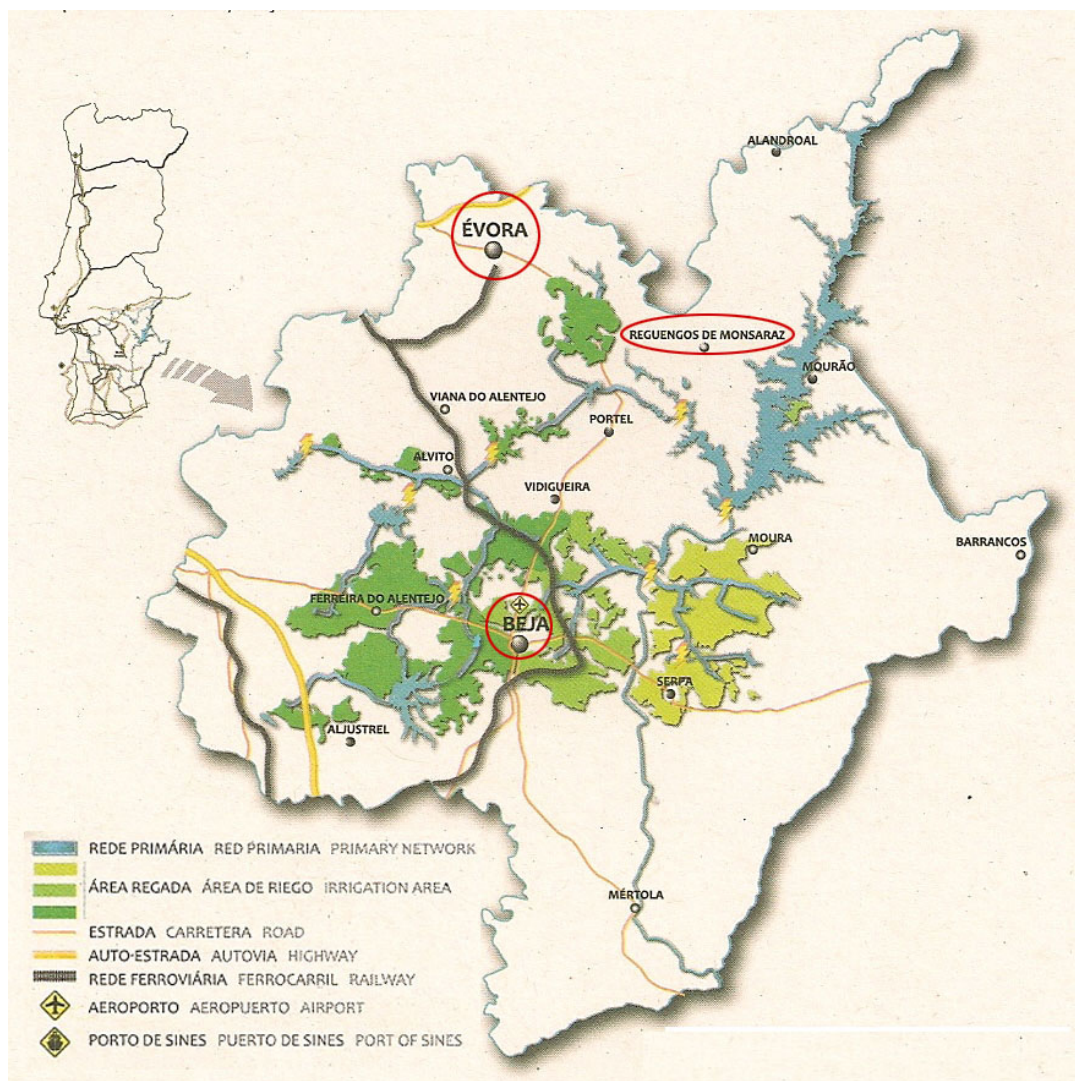


Figura 56: Enquadramento das povoações analisadas Fonte: Adaptado de **Revista Empreendimento de Fins Múltiplos Alqueva**. EDIA. Beja, [s.d.], p 4

No ponto 3 é feita uma análise das eventuais alterações e impactos a nível climático das povoações já referidas anteriormente, para tal são analisadas as seguintes variáveis:

- Temperatura Média do Ar (TMed ar)
- Temperatura Média Máxima (TMed max)
- Temperatura Média Mínima (TMed min)
- Temperatura Máxima Absoluta (T max abs)
- Temperatura Mínima Absoluta (T min abs)
- Humidade Relativa (Hr)
- Precipitação (P)
- Índice de Aridez (Ia)

Para todas as variáveis referidas anteriormente é feita, inicialmente, uma análise a nível global da sua evolução década a década utilizando-se como amostragem o período relativo a 1901-2010. Tal é feito com o intuito de se compreender de uma forma geral e abrangente o comportamento de cada variável. Posteriormente são analisadas as mesmas variáveis mas faz-se um estudo da sua evolução ano a ano para o período relativo a 1990-2012. É escolhido este período de 1990-2012



para fazer uma análise mais pormenorizada de cada variável e da sua evolução, essencialmente, para poder compreender as alterações sofridas após a conclusão do Alqueva em 2002. Assim é analisado um período de tempo em que a barragem ainda não estava construída na sua totalidade e em comparação, outro período de tempo em que esta já está instalada no território.

Relativamente às análises a Reguengos de Monsaraz esta metodologia não pode ser totalmente cumprida devido à existência de diversas lacunas nos dados existentes. Mesmo assim preferiu-se analisar os dados disponíveis para tentar compreender a sua evolução ainda que de forma menos completa que para as outras duas povoações referidas. Assim é feita uma análise ano a ano para o período de 1995-2008.

Para se obterem os dados referidos anteriormente, década a década, houve a necessidade de se recorrer aos dados anuais para o período 1901-2010 onde, posteriormente, foi feito o cálculo de cada uma das variáveis referidas anteriormente.

Assim os dados obtidos e analisados da TMed ar, da TMed max, da TMed min e da Hr resultam do cálculo da média dos dados obtidos anualmente por um período de dez anos, dando origem à média de cada variável por década.

A T max abs e a T min abs são obtidas através da análise dos dados anuais referentes a dez anos onde foi selecionado, respetivamente, o valor mais elevado de temperatura máxima e o valor mais baixo de temperatura mínima de cada década.

A P é o resultado do cálculo da média anual relativamente a cada dez anos, dando origem à média de precipitação ocorrida em cada ano de determinada década.

O Ia é obtido através do seu cálculo com a aplicação da metodologia da UNEP segundo a qual se aplica a seguinte fórmula:

$$Ia = P / ETP$$

onde,

P= Precipitação média anual (mm)

ETP= Evapotranspiração total média anual (mm)

A obtenção dos dados década a década resulta da média dos dados anuais do Ia correspondentes a cada década analisada.

Excetuando-se a P, para a obtenção dos dados referidos anteriormente, ano a ano, foi aplicada uma metodologia semelhante, mas em vez de se recorrer aos dados anuais averiguaram-se os dados mensais relativamente ao período 1990-2012.

A nível da P é calculado o somatório da precipitação ocorrida em cada mês do ano, dando origem à precipitação total anual.

Como fontes dos dados utilizados durante estas análises referidas anteriormente foram utilizados o ipma (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), o INE (Instituto Nacional de Estatística) e o SNIRH (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos).

No ponto 4 é feita uma análise da evolução da taxa de desemprego nas povoações já referidas anteriormente utilizando-se como amostragem o período relativo a 1950-2012. É de realçar que até 2001 foi apenas possível encontrar dados década a década.

Como fontes dos dados utilizados durante estas análises foram utilizados os Censos realizados pelo INE (Instituto Nacional de Estatística) e o IEFP (Instituto de Emprego e Formação

Profissional).

## ANEXO V - Evolução do Ia e respetiva classificação do clima

Décadas	Ia	Tipo de Clima	1951-1960	0,53	Clima sub-húmido seco
1901-1910	0,53	Clima sub-húmido seco	1961-1970	0,57	Clima sub-húmido seco
1911-1920	0,48	Clima semi-árido	1971-1980	0,52	Clima sub-húmido seco
1921-1930	0,48	Clima semi-árido	1981-1990	0,48	Clima semi-árido
1931-1940	0,47	Clima semi-árido	1991-2000	0,41	Clima semi-árido
1941-1950	0,48	Clima semi-árido	2001-2010	0,46	Clima semi-árido

Quadro 7: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1901-2010 em Beja

Anos	Ia	Tipo de Clima	2001	0,55	Clima sub-húmido seco
1990	0,41	Clima semi-árido	2002	0,44	Clima semi-árido
1991	0,47	Clima semi-árido	2003	0,43	Clima semi-árido
1992	0,42	Clima semi-árido	2004	0,48	Clima semi-árido
1993	0,50	Clima semi-árido	2005	0,27	Clima semi-árido
1994	0,36	Clima semi-árido	2006	0,52	Clima sub-húmido seco
1995	0,46	Clima semi-árido	2007	0,31	Clima semi-árido
1996	S.I		2008	0,40	Clima semi-árido
1997	S.I		2009	0,44	Clima semi-árido
1998	0,12	Clima árido	2010	0,66	Clima sub-húmido
1999	0,52	Clima sub-húmido seco	2011	0,53	Clima sub-húmido seco
2000	0,36	Clima semi-árido	2012	0,43	Clima semi-árido

Quadro 8: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1990-2012 em Beja

Décadas	Ia	Tipo de Clima	1951-1960	0,59	Clima sub-húmido seco
1901-1910	0,59	Clima sub-húmido seco	1961-1970	0,65	Clima sub-húmido seco
1911-1920	0,61	Clima sub-húmido seco	1971-1980	0,57	Clima sub-húmido seco
1921-1930	0,54	Clima sub-húmido seco	1981-1990	0,54	Clima sub-húmido seco
1931-1940	0,62	Clima sub-húmido seco	1991-2000	0,48	Clima semi-árido
1941-1950	0,54	Clima sub-húmido seco	2001-2010	0,48	Clima semi-árido

Quadro 9: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1901-2010 em Évora

Anos	Ia	Tipo de Clima	2001	0,58	Clima sub-húmido seco
1990	0,46	Clima semi-árido	2002	0,56	Clima sub-húmido seco
1991	0,32	Clima semi-árido	2003	0,47	Clima semi-árido
1992	0,36	Clima semi-árido	2004	0,39	Clima semi-árido
1993	S.I		2005	0,20	Clima árido
1994	S.I		2006	0,56	Clima sub-húmido seco
1995	0,42	Clima semi-árido	2007	0,41	Clima semi-árido
1996	0,62	Clima sub-húmido seco	2008	0,41	Clima semi-árido
1997	0,67	Clima sub-húmido	2009	0,49	Clima semi-árido
1998	0,36	Clima semi-árido	2010	0,59	Clima sub-húmido seco
1999	0,35	Clima semi-árido	2011	0,53	Clima sub-húmido seco
2000	0,69	Clima sub-húmido	2012	0,43	Clima semi-árido

Quadro 10: Evolução do Ia e respetiva classificação do clima entre 1990-2012 em Évora

Anos	la	Tipo de Clima	2002	0,48	Clima semi-árido
1995	0,48	Clima semi-árido	2003	0,42	Clima semi-árido
1996	0,65	Clima sub-húmido seco	2004	0,35	Clima semi-árido
1997	0,61	Clima sub-húmido seco	2005	0,38	Clima semi-árido
1998	0,40	Clima semi-árido	2006	0,55	Clima sub-húmido seco
1999	0,34	Clima semi-árido	2007	0,34	Clima semi-árido
2000	0,65	Clima sub-húmido seco	2008	0,37	Clima semi-árido
2001	0,61	Clima sub-húmido seco			

Quadro 11: Evolução do la e respetiva classificação do clima entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz

## ANEXO X - Síntese e comparação entre os resultados obtidos e as previsões dos EIA

Resultados	Previsões EIA (1995)		Beja	Évora	Reguengos de Monsaraz
TMed ar	Diminui	Resultados climáticos obtidos (1990-2012)	Aumenta	Diminui	S.I
TMed max	Diminui		Aumenta	Diminui	S.I
TMed min	S.I		Aumenta	Diminui	S.I
Amplitude Térmica	Diminui		Diminui	Aumenta	S.I
T max abs	Diminui		Diminui	Aumenta	S.I
T min abs	S.I		Diminui	Diminui	S.I
Hr	Aumenta		Diminui	Diminui	S.I
Precipitação total	S.I		Aumenta	Aumenta	S.I
la	Aumenta	Resultados climáticos obtidos (1995-2008)	Aumenta	Aumenta	S.I
TMed ar	Diminui		Diminui	Aumenta	Diminui
TMed max	Diminui		Diminui	Diminui	Aumenta
TMed min	S.I		Diminui	Diminui	Diminui
Amplitude Térmica	Diminui		Aumenta	Aumenta	Aumenta
T max abs	Diminui		Diminui	Aumenta	Aumenta
T min abs	S.I		Diminui	Diminui	Diminui
Hr	Aumenta		Diminui	Diminui	Aumenta
Precipitação total	S.I		Diminui	Diminui	Diminui
la	Aumenta		Aumenta	Diminui	Diminui
Taxa de desemprego	Diminui	Taxa de desemprego (1990-2012)	Aumenta	Aumenta	Aumenta

Quadro 12: Síntese e comparação entre os resultados obtidos e as previsões dos EIA

## ANEXO Z - Comparação dos principais resultados climáticos obtidos

Varição da variável estudada	TMed ar (°C/ano)	TMed max (°C/ano)	TMed min (°C/ano)	T max abs (°C/ano)	T min abs (°C/ano)	Hr (%/ano)	P (mm/ano)	la (por ano)
Beja: 1990-2012	+0,013	+0,004	+0,022	-0,034	-0,025	-0,70	+3,69	+0,003
1995-2008	-0,044	-0,025	-0,060	-0,112	-0,070	-0,628	-1,25	+0,001
Évora: 1990-2012	-0,015	-0,005	-0,087	+0,050	-0,040	-0,30	+3,240	+0,002
1995-2008	+0,001	-0,168	-0,169	+0,322	-0,022	-0,096	-20,27	-0,011
Reguengos de Monsaraz: 1995-2008	-0,031	+0,031	-0,010	+0,099	-0,151	+0,235	-24,98	-0,014

Quadro 13: Comparação dos principais resultados climáticos obtidos entre 1990-2012 e 1995-2008 em Beja e Évora e entre 1995-2008 em Reguengos de Monsaraz